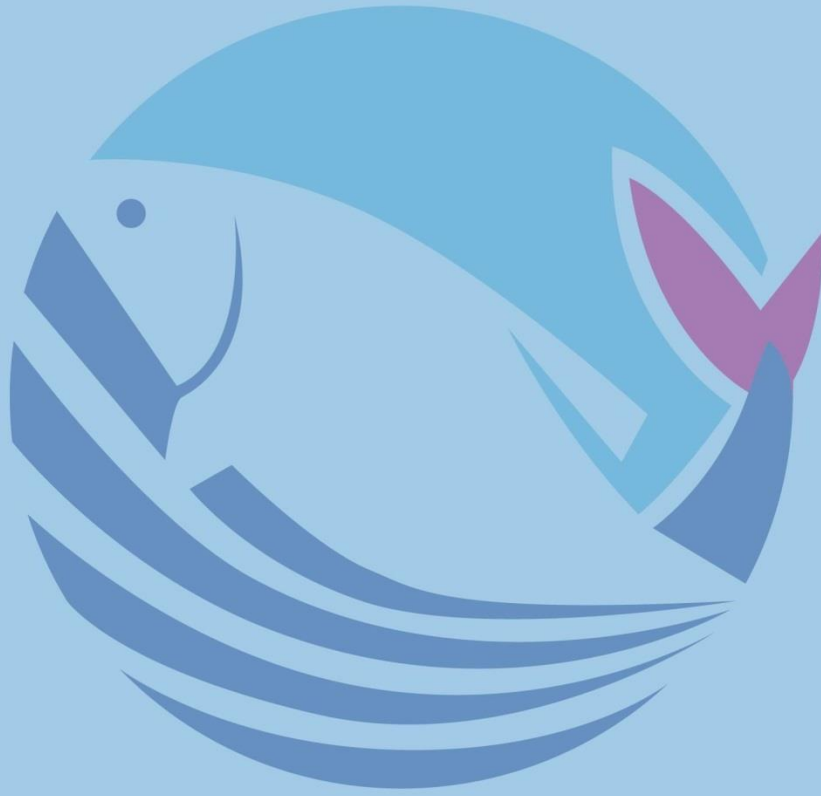


Acta Aquatica Turcica

**Türk Su Bilimleri
Dergisi**



2020

Vol:16

Number:2 | Cilt:16

Sayı:2

e-ISSN: 2651-5474

ACTA AQUATICA TURCICA
TÜRK SU BİLİMLERİ DERGİSİ
(YIL 2020 – CİLT: 16 – SAYI 2)

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
Adına Sahibi /
Owner of Behalf of Isparta University of Applied Sciences, Eğirdir Fisheries Faculty

Ayşegül KUBİLAY

Baş Editör / Editor in Chief

Yunus Ömer BOYACI

Editörler / Editors

Şengül BİLGİN
Nalan Özgür YİĞİT
Seçil METİN

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Salim Serkan GÜÇLÜ
Deniz KARA

İngilizce Editörü / English Editor

Arda ÖZEN

İletişim / Contact

Acta Aquatica Turcica
Yayın Komisyonu Başkanlığı,
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA
Tel: 0 246 2146401 Faks: 0 246 2146445
<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>
E-Posta: actaquatr@isparta.edu.tr

E-ISSN: 2651-5474

ACTA AQUATICA TURCICA
(YIL 2020 – CİLT: 16– SAYI: 2)

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD*

Altan LÖK	Ege University, TÜRKİYE
Doru Stelian BĂNĂDUC	Lucian Blaga” University of Sibiu, ROMANIA
Ercüment GENÇ	Ankara University, TÜRKİYE
Erdoğan ÇİÇEK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, TÜRKİYE
Erik JEPPESEN	Aarhus University, DENMARK
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, GREECE
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University IRAN
Karim ERZINI	University of Algarve, PORTUGAL
Magdolna Müllerne TRENOVSZKI	Szent Istvan University, HUNGARY
Özkan ÖZDEN	İstanbul University, TÜRKİYE
Pavel KOZAK	University of South Bohemia, CZECHIA
Stamatis ZOGARİS	Hellenic Centre for Marine Reseaech, GREECE
Stefan BERGLEITER	Naturland, GERMANY
Süheyla KARATAŞ STEINUM	İstanbul University, TÜRKİYE
Tom WİKLUND	Åbo Akademi University, FINLAND
Viladimir PESIC	University of Montenegro, MONTENEGRO
Yazdan KEIVANY	Isfahan University of Technology, IRAN

* Liste akademik unvan ve isme göre alfabetik sırayla hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH PAPERS:

Dynamics of Competition in the Marine Aquaculture Industry: A Research on Turkey Mustafa Selçuk UZMANOĞLU, Fatma Müge ARSLAN.....	158-169
Biofilm Formation and Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) Production of Bacterial Strains Isolated From Sewage Water Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI, Pemra BAKIRHAN, Sema GENÇ, Melike KAPTANOĞLU.....	170-178
Ichthyofauna of Düzce Province (Turkey): Population and Habitat Evaluation Salim Serkan GÜÇLÜ.....	179-188
Türk Boğazlar Sistemi'nde Mesozooplankton Biyokütlesinin İlkbahar ve Sonbahar Mevsimlerindeki Alansal ve Vertikal Dağılımı Tuba TERBİYİK KURT, Sevim POLAT, Zahit UYSAL, Yeşim AK ÖREK.....	189-201
The Acute Effect of Malathion on Acetylcholinesterase Activity in <i>Gammarus pulex</i> (Freshwater Amphipoda) Ayşegül PALA, Osman SERDAR, Rahmi AYDIN.....	202-208
Water Quality and Heavy Metal Pollution in Kayacık Dam (Gaziantep, Turkey) Demet DOĞAN.....	209-213
Ege Denizi'nde Deniz Patlıcanı (Holothuroidae) Avcılığı Yapan Balıkların Sosyo-Ekonomik Durumu Mustafa ÇEKİÇ, Mehmet HEREKLİOĞLU, Deniz ERGÜDEN.....	214-237
Fluoride Levels in Drinking Water and Assessment of Water Quality in Terms of Teeth Health in a Significant Watershed in Thrace Region Cem TOKATLI, Şirin GÜNER.....	237-245
Seasonal Distribution of Rotifera Compositions and Abundance in Kayalıköy Reservoir (Kırklareli/Turkey) Hüseyin GÜHER, Burak ÖTERLER.....	246-256
Marmara Denizi'nde Gümüş Balığı (<i>Atherina hepsetus</i> Linnaeus, 1758) Popülasyonunun Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma Derya BOSTANCI, Tansu ÇOŞKUN.....	257-265
Gökkuşluğu Alabalığında (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Ovaryum Sıvısının Sperm Motilite Parametreleri ve Dölllenme Üzerindeki Etkisi Güneş YAMANER.....	266-274
Giresun İli Uzatma Ağı Balıkçılığının Sosyo-Demografik Yapısı ve Kalkan Balığı (<i>Scophthalmus maximus</i> Linnaeus, 1758) Balıkçılığı Üzerine Bir Tespit Aslıhan DEMİRCAN AKTAR, Naciye ERDOĞAN SAĞLAM.....	275-282
Chromomycin A ₃ and DAPI Staining of Chromosomes of Three Endemic <i>Pseudophoxinus</i> Bleeker, 1860 (Teleostei: Leuciscidae) Species from Anatolia Muradiye KARASU AYATA.....	283-289
Erzurum İli Merkez İlçelerinin Su Ürünleri Tüketim Davranışları Üzerine Araştırmalar Yaşar KARAKULAK, Gökhan ARSLAN, Telat YANIK.....	290-300
Length-Weight Relationships of 11 Lessepsian Migrant Fish Species Caught from Antalya Bay (Turkey) Dilek TÜRKER, Kadriye ZENGİN, Habib BAL.....	301-304

Dynamics of Competition in the Marine Aquaculture Industry: A Research on Turkey

Mustafa Selçuk UZMANOĞLU^{1*}, Fatma Müge ARSLAN²

¹Marmara University, Vocational School of Technical Sciences, Fisheries Department Goztepe Campus İstanbul, Turkey

²Marmara University, Faculty of Business Administration, Business Administration Department, Goztepe Campus, İstanbul, Turkey

*Corresponding Author: suzmanoglu@marmara.edu.tr

Research Article

Received 12 September 2019; Accepted 13 February 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Uzmanoğlu, M. S., & Arslan, F. M. (2020). Dynamics of competition in the marine aquaculture industry: A research on Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 158-169. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.619093>

Abstract

In this study, dynamics of competition in the marine fish culture industry in Turkey is investigated. Today, with the development of technology people's access to information has facilitated. People, with access to information, began to give importance to - healthful nutrition. Therefore; as a source of healthful protein, the demand for fish is increasing day by day. Also, this increase in demand motivates the growth of the fish farming industry intensively. Consequently the production of fishery products is growing almost without any problem. Enterprises that are reaching higher levels in technical knowledge on aquaculture- face fierce competition with each other. This study aims to uncover the dynamics of competition in the marine aquaculture industry by evaluating the perceptions of different parties such as: aquaculture enterprises, feed producers, processing enterprises, the ministry, universities, retail businesses, research institutes, and suppliers that take place in the sector. The survey prepared for this purpose was conducted with 344 people. Results were evaluated and interpreted both as a whole and separately according to business types in the sector. The results show that in the marine aquaculture industry, selling prices of products, quick delivery of products to the market, and financial power are the most important dynamics of competition.

Keywords: Aquatic products culture, competition, dynamics of competition, marine fish culture, perception of competition factors

Deniz Balıkları Yetiştiriciliği Sektöründe Rekabet Unsurları: Türkiye Üzerine Bir Araştırma

Özet

Bu çalışmada Türkiye'de deniz balığı yetiştiriciliği sektöründe rekabet dinamikleri incelenmiştir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle beraber insanların bilgiye ulaşması kolaylaşmıştır. Bilgiye ulaşma ile beraber insanlar sağlıklı beslenmeye önem vermeye başlamışlardır. Bu nedenle sağlıklı protein kaynağı olan balığa talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu artan talep nedeniyle de balık yetiştiriciliği sektörü her geçen yıl büyümeye devam etmektedir. Günümüzde artık balık üretiminde sıkıntılar yaşanmamaktadır. Yetiştiricilikte teknik bilgi anlamında üst seviyelere ulaşan işletmeler birbirleriyle yoğun rekabet içerisine girmektedirler. Bu çalışmanın amacı, deniz balığı yetiştiriciliği sektöründe artan rekabet dolayısıyla sektörde yer alan yetiştiriciler, yem üreticileri, işleme işletmeleri, bakanlık çalışanları, üniversiteler, perakende işletmeler, araştırma enstitüleri ve tedarikçi işletmelerde çalışanların sektörde rekabet dinamiklerini nasıl algıladıklarını ortaya koymaktır. Bu amaçla hazırlanan anket 344 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular sektörde yer alan işletme tiplerine göre ayrı ayrı ve toplu olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Sektörde ürünün satış fiyatı, finansal güç ve pazara hızlı ürün sunmanın rekabette en önemli dinamikleri oluşturduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Su ürünleri yetiştiriciliği, rekabet, rekabet unsurları, deniz balıkları yetiştiriciliği, rekabet unsurlarının algılanması

INTRODUCTION

Today, with the developing technology, producers and consumers can access information quite easily. This causes consumers to become conscious and have easy access to information about businesses. Therefore, competition between businesses is increasing. With increasing competition,

businesses need to constantly review their strategies in order to compete in the market. In what manner businesses perceive competition in the sector has a major effect on how they react.

With the effect of globalization, businesses are now active in a competitive market. For this reason, the businesses should not only create their own strategies, abilities, and sources, but also take into account the strategies, sources, and abilities of the competitors as well. The competitive advantage of businesses can become invalid with new developments in the communication and technology sectors.

Turkish Language Association (TLA) defines competition as the debate, contest, and race between the people with the same aim. In the economic context, competition is defined as the situation where there are numerous competitors, among whom there are producers and consumers who determine the ongoing price levels when meeting in a marketplace, where the entrance and exit of parties are free, the information flow is complete and the product is homogenous and where price is considered as data (Gürpınar, 2007). There are two types of competitors in generic terms: direct and indirect competitors. Direct competitors compete by offering similar products to the same consumers. Since the products or services are very similar, it is quite easy to determine direct competitors. Indirect competitors on the other hand, compete by offering substitute products to the same consumers. However, it is not easy to detect indirect competitors as it is very hard to completely understand which products customers use in place of others. While businesses need to observe direct competitors closely, they must also keep an eye on indirect competitors as well even if not as closely as direct competitors. The reason for this is that there is always the possibility that indirect competitors may become direct competitors by introducing very similar product to the market (Arslan, 2012).

The competition strategy reflects the preferences of any business regarding how it will compete to succeed and can continue its existence in a certain sector. Businesses design a unique value mix compared to their competitors by determining a competition strategy and in the scope of this aim, they tend to choose different activities consciously (Porter, 1996). Competition strategy is defined as achieving a defensible position in a sector, successfully dealing with five competitive forces, and thus engaging in aggressive and defensive actions for the firm to achieve a great return on investment (Porter, 1998). Each company that competes in a certain sector has a competitive strategy, whether it is clearly defined or not. This strategy can be created by the activities of the various functional units of the company, whether or not it is developed through a planning process (Porter, 2000).

Porter has identified five forces that will make the market or market segment attractive in the long-term. These five powers are direct competitors in the sector (industry rivals), potential new entrants, threat of substitute products, bargaining power of buyers and bargaining power of suppliers (Porter, 1980). It is common for each sector to compete at a certain rate. The intensity of competition in some sectors may be higher/lower than other sectors. The strength and determination of competition in any sector depend on the competition between existing businesses, the threat of new businesses that may enter the market, the threat of the businesses producing the products in the market, the bargaining power of the buyers and the bargaining power of the suppliers (Arslan, 2012). These five key forces determine the state of competition in the sector, and the sum of these forces determines the final profit and the intensity of competition in the sector. These forces are weaker in sectors where higher yields are in mention, and these powers are more intense in sectors where returns are reduced (Aktan and Vural, 2004).

Businesses that are new to the market always pose a threat to existing businesses. While the businesses can directly predict the threats of existing competitors, businesses in other sectors are not expected to enter the market and thus encountering such a situation poses a threat to the business (Arslan, 2012). Competition is expected to be high in sectors where potential competitors can easily enter. Therefore, there may be an increase in competition in the sectors that do not have any entry barriers.

If the competition between businesses operating in an industry is low, businesses have the opportunity to increase prices and make more profits. In other words, strong competition between businesses active in a sector poses an important threat to profitability (Aktan and Vural, 2004).

In general, all businesses in a sector compete with sectors that produce substitute products. Substitute products limit the potential returns of the sector by setting an upper limit on the prices that businesses in the sector can profitably determine. The more attractive the price/performance ratio offered by substitute products, the greater the threat to sector profits (Porter, 2000). Substitute products are different products that satisfy the same need. Therefore, they are alternative products that

offer the same performance and benefit to consumers. For example, while e-mails are substitutes for fax machines, bottled water is a substitute for coke (Wheelen and Hunger, 1995). To achieve better quality and price, consumers may be in search of products that are in different sectors but offer the same benefits. In such a case, it poses a threat to businesses in the sector (Arslan, 2012).

The fact that when buyers are strong, it causes prices to fall (purchase costs), increase in quality, increase in service expectations and demands and create challenge among competitors (Pearce and Robinson, 2009). Buyers compete in the industry by forcing others to lower their prices, negotiate for better quality and more services, and cause higher rivalry among competitors. The strength of each of the important buyers of the sector depends on the characteristics of the market situation and the importance of - shopping with the sector in proportion to the total volume of business.

Increasing the prices of suppliers in a sector or threatening to reduce the quality of the purchased product or service indicates the strength of the supplier in that sector (Porter, 2000; Pearce and Robinson, 2009). In this way, strong suppliers reduce the profitability of a sector that cannot meet cost increases with their prices.

Aquaculture is defined as the animal (fish, crustaceans, and arthropods) and herbal (algae) aquatic organisms under controlled or semi-controlled conditions for human food, stock supplementation, ornamental, sportive and scientific purposes (Çelikkale et al. 1999). The marine aquaculture in Turkey has begun between 1974 and 1978 but has not been successful because of investors not having sufficient capital and knowledge, infrastructure difficulties, difficulties in supplying feed, credit, and fry. In 1985, Pinar Marine Products I.C established an integrated aquaculture facility and started production of sea bream and sea bass (Anonymous, 1988). The marine fish aquaculture sector in Turkey began to grow in the 1990s and gained momentum. Marine aquaculture in Turkey is made in two different environments, land-based and floating cages (Şahin, 1995).

In Turkey, the number of Marine aquaculture enterprises reached 427 in 2015 from 87 enterprises in 1994 and the production capacity has reached - 236 964 tons. Over the past decade, the types of produced fish have also increased including rainbow trout and tuna aquaculture (Anonymous, 2016). Sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758), sea bream (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758), and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) are the species predominantly produced in the seas of Turkey.

When national and international literature is reviewed, studies such as Bjorndal and Aarland (1999); Bjorndal (2001); Asche et al. (2005); Hidaka and Torii (2005); Felzensztein and Carter (2006); Bostock et al. (2008); Norman-Lopez and Asche (2008); Teweldemedhin (2008); Browdy and Hargreaves (2009); Norman-Lopez (2009) are highly related with the main subject of this paper. In these studies, especially the competitiveness potential of countries or sectors have been evaluated. For this reason, this study is one of the first studies focusing on competitive factors in aquaculture in both national and international literature. This study aims to examine how employees perceive the competitive factors of the sector in terms of the institutions involved in the marine fish sector, particularly in the aquaculture sector. The research conducted within the scope of this aim fills an important gap both in literature and in practice by being the first study in the field of aquaculture in Turkey.

MATERIALS and METHODS

There are no studies in literature focusing on dynamics of competition in the marine fish aquaculture sector. Therefore, in this study a descriptive research method was used, which may be defined as a type of research that describes the properties of the population or phenomenon that is being studied (Gegez, 2005). Data for the study was collected using a scale on factors that may create competition in the marine fish aquaculture industry which was developed by the authors of this study. The universe of the study is all of the major parties that make up the marine aquaculture industry in Turkey; namely, business managers who produce marine fish aquaculture, business managers who operate marine fish, business managers who produce marine fish-feed, academicians, ministry or provincial directorate workers, fish purchasing managers of organized retail businesses, etc. The sample frame consisted of managers/employees who had enough knowledge about the sector so that they were able to answer the survey. Since the managers/employees who make up the frame of sample are in different institutions and dispersed to different geographic regions of Turkey, a consistent sample frame could not be formed. Therefore, only the people from the universe who could be reached

were asked to complete the survey. The survey was conducted on 344 people who could be reached and who agreed to participate in the study. The sampling method used in the study was judgmental sampling, which is a non-random sampling method. Judgmental sampling can be defined as the determination of the individuals to be included in the sample by the researcher according to his judgment that they are representative of the universe (Gegez, 2005). In this study, it was preferred to include people who were considered as having sufficient knowledge about the the sector so that they could answer the questions included in the scales and who accepted to participate.

To increase the validity of the survey, the prepared survey form was sent to academicians who are experts in the field and related persons in the field and required adaptations were made to fit the marine fish aquaculture sector.

The main hypothesis developed for the study is: “ H_1 : There is a difference in the perception of dynamics of competition according to the different parties that operate in the marine aquaculture sector”. The survey method was preferred as the method of data collection in the study. Since the respondents were dispersed in different geographic regions of Turkey, the surveys were collected by not only using face-face method but also by using online and e-mail data collection methods (Table 1). As different data collection methods were used it was necessary to check whether there was a method effect in the data collected before performing any analysis. For this reason, ANOVA was used to test whether there were any statistically significant differences according to the different data collection methods. The results showed that there were no statistically significant differences among the different data collection methods ($p>0.05$). In the research, reliability analysis, frequency distributions, central tendency measurements were calculated. Also, to test whether there were any differences in responses according to the different parties in the industry, ANOVA was used. All analyses were conducted using SPSS 17.0 program.

Table 1. Methods of data collection

Data collection method	Frequency	Percentage (%)
Face to face	140	40.70
Online	109	31.70
e-mail	95	27.60
Total	344	100.00

RESULTS

When the age distribution of the respondents is examined, it is seen that 43.02% are between 35-44 years of age, 14.83% are between 25-34 years and 11.05% are between 55-65 years of age (Table 2).

It is seen that 86% of them are male- when looked at the gender distribution (Table 3). The reason for the low number of female employees among the participants is due to the fact that women prefer to work in the aquaculture field less than men because of the heavy working conditions.

Table 2. Age distribution of respondents

Ages (Year)	Frequency	Percentage (%)
25-34	51	14.83
35-44	148	43.02
45-54	107	31.10
55-65	38	11.05
Total	344	100.00

When the distribution of the sample according to experience is examined, it is seen that 35.47% of the distribution is between 11-20 years, 28.78% is between 1 to 10 years and 5.23% is 31-40 years of

experience (Table 4). Although aquaculture activity in Turkey has been carried out for 46 years, marine fish aquaculturing is relatively new and has only been performed for 30 years. For this reason, those who have more than 30 years of experience in the sector are highly experienced in aquaculture.

Table 3. Gender distribution of respondents

Gender	Frequency	Percentage (%)
Female	48	14.00
Male	296	86.00
Total	344	100.00

Table 4. Experience time distribution of respondents

Experience time (Year)	Frequency	Percentage (%)
1-10	99	28.78
11-20	122	35.47
21-30	103	29.94
31-40	18	5.23
41-50	2	0.58
Total	344	100.00

In the distribution according to their workplaces, it is seen that 54.07% of the participants are producers, 14.54% are academicians and 6.98% are employees of ministerial and provincial directorates (Table 5).

Table 5. Distribution of respondents according to their institution

Institution	Frequency	Percentage (%)
Producer	186	54.07
Fish processing enterprises	15	4.36
Feed enterprises	15	4.36
Ministry and provincial directorate	24	6.98
Academician	50	14.54
Retail enterprise	20	5.81
Research institute	14	4.07
Supplier	20	5.81
Total	344	100.00

According to their educational status, 41.57% of the participants has a bachelor's degree, 27.32% has doctoral education and 24.42% has a master's degree (Table 6). It was expected that the number of university graduates would be high because those working in the sector needs to at least complete an aquaculture engineer- or similar degree program to have sufficient knowledge to fulfill the industry requirements and the percentage of respondents with a doctoral degree is also high since 4.54% of the respondents are academicians.

Table 6. Educational status distribution of respondents

Education	Frequency	Percentage (%)
High school	23	6.69
Bachelor degree	143	41.57
MSc degree	84	24.42
PhD	94	27.32
Total	344	100.00

Initially factor analysis was applied to the dynamics of competition scale. Factor analysis is used to analyze the relationship between multiple variables. The purpose of factor analysis is to summarize the information collected from a large number of original variables and to create a new and fewer set of factors with the least information loss (Gegez, 2005). Before conducting factor analysis, the suitability of the data for factor analysis was tested by KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) sample adequacy statistics and Bartlett's sphericity test (Table 7). Bartlett's sphericity test measures whether there is a sufficient correlation between variables. As a result of this test, if the p-value is below 0.05, it means that there is a relationship between the variables and the data are suitable for factor analysis. Also, the KMO value of 0.60 and above is also a measure of the fact that the data are suitable for factor analysis (Sipahi et al., 2006).

Table 7. Suitability for factor analysis of competition elements scale

KMO and Bartlett's Sphericity Test	
Kaiser-Meyer-Olkin Sample Adequacy Measure	0.68
Chi-Square	7071.57
Bartlett's Sphericity Test	
df	561
Sig.	0.000

The KMO value was calculated as 0.68 and this value was above 0.60, which is the minimum sample adequacy measure, and it is determined that the sample size is suitable for factor analysis. As a result of Bartlett's Sphericity Test, the p-value was below 0.05 and it was found that there was sufficient relationship between variables. Based on these results, factor analysis was applied to the 48-item Dynamics of Competition scale. Factor analysis was repeated four times (Table 8) and the items with factor load below 0.50 were excluded from the analysis. Finally, factor analysis resulted in 11 factors with a total of 34 items. The total variance was 75.13%.

When the dynamics of competition are assessed for all of the respondents (Table 9), the sales price of the product consisting of a single item (mean= 4.79) is seen as the most important dynamic of competition. The following most important dynamic of competition is rapid product offer to the market (mean= 4.71), proceeded by financial power (mean= 4.58). The dynamic of competition that received the lowest score is proximity to suppliers (mean= 3.76).

Following the assessment of the whole sample, the sample was split according to the different parties that take place in the industry. The means of dynamics of competition according to the different parties are given in Tables 8-17.

According to the employees in the aquaculture businesses (Table 10), the most important dynamics of competition in the sector are the rapid product offer to the market (mean= 4.75), the sales price of the product (mean= 4.74), and financial power (mean= 4.63). The lowest scores for dynamics of competition are the proximity to the supplier (mean= 3.70), standards and promotion (mean= 3.83), and support and healthy product (mean= 3.87) factors.

The perception of the dynamics of competition by the academicians are given in Table 11.

According to the academicians, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 4.84), rapid product offer to the market (mean= 4.72), and distribution and technology (mean= 4.66). The lowest scores for dynamics of competition are the standards and promotion (mean= 4.01), proximity to the supplier (mean= 4.07), and cost elements (mean= 4.09) factors.

The perception of the dynamics of competition by the employees of the ministry-provincial directorate are given in Table 12.

Table 8. Factor analysis results of dynamics of competition scale

Dimensions	Mean factor	Factor explanatory (%)	Number of items
Standards and promotion	3.88	12.63	6
Distribution and technology	4.49	10.08	5
Proximity to the supplier	3.76	7.19	3
Supports and healthy product	4.04	6.47	4
Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.26	6.32	3
Cost elements	4.10	6.31	3
Integration	4.05	5.92	2
Product possession	4.44	5.83	2
Rapid product offer to the market	4.71	5.48	3
Financial power	4.58	4.92	2
The sale price of the product	4.79	3.98	1
Total		75.13	34

Table 9. Means of dynamics of competition factors for all respondents

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	3.88	0.990
2	Distribution and technology	4.49	0.720
3	Proximity to the supplier	3.76	0.882
4	Supports and healthy product	4.05	1.034
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.26	0.805
6	Cost elements	4.10	0.882
7	Integration	4.06	0.867
8	Keeping finished product	4.45	0.642
9	Rapid product offer to the market	4.71	0.440
10	Financial power	4.58	0.624
11	The sale price of the product	4.79	0.409

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the aquaculture businesses is given in Table 10.

Table 10. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the aquaculture businesses

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	3.83	0.842
2	Distribution and technology	4.43	0.674
3	Proximity to the supplier	3.70	0.855
4	Supports and healthy product	3.87	0.868
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.20	0.786
6	Cost elements	4.13	0.709
7	Integration	4.03	0.834
8	Keeping finished product	4.42	0.527
9	Rapid product offer to the market	4.75	0.207
10	Financial power	4.63	0.493
11	The sale price of the product	4.74	0.439

Table 11. Perception of the dynamics of competition factors by the academicians

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	4.01	0.747
2	Distribution and technology	4.66	0.351
3	Proximity to the supplier	4.07	0.680
4	Supports and healthy product	4.29	0.547
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.25	0.733
6	Cost elements	4.09	0.788
7	Integration	4.40	0.685
8	Keeping finished product	4.38	0.836
9	Rapid product offer to the market	4.72	0.377
10	Financial power	4.34	0.738
11	The sale price of the product	4.84	0.370

Table 12. Perception of the dynamics of competition factors by the employees of ministry-provincial directorate

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	4.11	0.603
2	Distribution and technology	4.37	0.448
3	Proximity to the supplier	3.50	0.780
4	Supports and healthy product	4.25	0.489
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.33	0.341
6	Cost elements	3.83	0.805
7	Integration	3.92	0.545
8	Keeping finished product	4.33	0.482
9	Rapid product offer to the market	4.28	0.746
10	Financial power	4.58	0.351
11	The sale price of the product	4.67	0.482

According to the employees of the ministry-provincial directorate, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 4.67), financial power (mean= 4.58), and distribution and technology (mean= 4.37). The lowest scores for dynamics of competition are the proximity to the supplier (mean= 3.50), cost elements (mean= 3.83), and integration (mean= 3.92).

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the feed producer businesses is given in Table 13.

Table 13. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the feed producer businesses

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	4.03	0.649
2	Distribution and technology	4.52	0.426
3	Proximity to the supplier	3.73	0.402
4	Supports and healthy product	4.25	0.634
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.20	0.602
6	Cost elements	4.40	0.768
7	Integration	3.90	0.507
8	Keeping finished product	4.70	0.414
9	Rapid product offer to the market	4.67	0.378
10	Financial power	4.60	0.507
11	The sale price of the product	5.00	0.000

According to the employees in the feed producer businesses, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 5.00), keeping the finished product (mean= 4.70), and rapid product offer to the market (mean= 4.67). The lowest scores for dynamics of competition are the proximity to the supplier (mean= 3.73), integration (mean= 3.90), and standards and promotion (mean= 4.03).

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the seafood processing businesses is given in Table 14.

Table 14. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the seafood processing businesses

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	4.28	0.215
2	Distribution and technology	4.40	0.169
3	Proximity to the supplier	3.78	0.163
4	Supports and healthy product	4.42	0.440
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.56	0.325
6	Cost elements	3.89	0.430
7	Integration	3.67	0.488
8	Keeping finished product	4.67	0.244
9	Rapid product offer to the market	4.67	0.000
10	Financial power	4.33	0.488
11	The sale price of the product	4.67	0.488

According to the employees in the seafood processing, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 4.67), keeping the finished product (mean= 4.67), and rapid product offer to the market (mean= 4.67). The lowest scores for dynamics of competition are the integration (mean= 3.67), proximity to the supplier (mean= 3.78), and cost elements (mean= 3.89).

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the retail businesses is given in Table 15.

Table 15. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the retail businesses

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	3.73	0.617
2	Distribution and technology	4.76	0.201
3	Proximity to the supplier	3.67	0.530
4	Supports and healthy product	4.15	0.384
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.20	0.634
6	Cost elements	4.33	0.216
7	Integration	3.80	0.410
8	Keeping finished product	4.60	0.384
9	Rapid product offer to the market	4.73	0.399
10	Financial power	4.90	0.205
11	The sale price of the product	5.00	0.000

According to the employees of retail businesses, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 5.00), financial power (mean= 4.90), and distribution and technology (mean= 4.76). The lowest scores for dynamics of competition are the proximity to the supplier (mean= 3.67), integration (mean= 3.73), and standards and promotion (mean= 3.80).

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the supplier businesses is given in Table 16.

Table 16. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the supplier businesses

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	3.53	0.783
2	Distribution and technology	4.44	0.154
3	Proximity to the supplier	4.20	0.274
4	Supports and healthy product	4.05	0.523
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.33	0.306
6	Cost elements	3.80	0.768
7	Integration	4.20	0.251
8	Keeping finished product	4.40	0.503
9	Rapid product offer to the market	4.73	0.256
10	Financial power	4.70	0.251
11	The sale price of the product	4.80	0.410

According to the employees in the supplier businesses, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 4.80), financial power (mean= 4.70), and rapid product offer to the market (mean= 4.73). The lowest scores for dynamics of competition are the standards and promotion (mean= 3.53), cost elements (mean= 3.80), and support and healthy product (mean= 4.05).

The perception of the dynamics of competition factors by the employees in the research institutes is given in Table 17.

Table 17. Perception of the dynamics of competition factors by the employees in the research institutes

Factor Nr	Factors	Mean	SD
1	Standards and promotion	3.86	0.637
2	Distribution and technology	4.57	0.133
3	Proximity to the supplier	3.48	0.609
4	Supports and healthy product	4.32	0.267
5	Product diversity, fishing season and retailer cooperation	4.62	0.221
6	Cost elements	4.24	0.821
7	Integration	4.07	0.852
8	Keeping finished product	4.50	0.480
9	Rapid product offer to the market	4.76	0.156
10	Financial power	4.43	0.514
11	The sale price of the product	5.00	0.000

According to the employees in the research institutes, the most important dynamics of competition in the sector are the sales price of the product (mean= 5.00), rapid product offer to the market (mean= 4.76) and product diversity, fishing season and retailer cooperation (mean= 4.62). The lowest scores for dynamics of competition are the proximity to the supplier (mean= 3.48), standards and promotion (mean= 3.86), and integration (mean= 4.07).

The answers of the respondents to the dynamics of competition were evaluated together in a single table (Table 18).

Table 18. Factors' means by business type

Factors/ Business type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
Aquaculture	3.83	4.43	3.70	3.87	4.20	4.13	4.03	4.42	4.75	4.63	4.74
Academician	4.01	4.66	4.07	4.29	4.25	4.09	4.40	4.38	4.72	4.34	4.84
Ministry-Provincial Directorate	4.11	4.37	3.50	4.25	4.33	3.83	3.92	4.33	4.28	4.58	4.67
Feed producer	4.03	4.52	3.73	4.25	4.20	4.40	3.90	4.70	4.67	4.60	5.00
Seafood processing	4.28	4.40	3.78	4.42	4.56	3.89	3.67	4.67	4.67	4.33	4.67
Retailer	3.73	4.76	3.67	4.15	4.20	4.33	3.80	4.60	4.73	4.90	5.00
Supplier	3.53	4.44	4.20	4.05	4.33	3.80	4.20	4.40	4.73	4.70	4.80
Research institute	3.86	4.57	3.48	4.32	4.62	4.24	4.07	4.50	4.76	4.43	5.00

The employees in the aquaculture businesses consider standards and promotion (mean= 4.28) and support and healthy product (mean= 4.42), while the employees in the retail businesses consider the sales price of the product (mean= 5.00), financial power (mean= 4.90) and distribution and technology (mean= 4.76) factors, the employees in the supplier businesses consider proximity to the supplier (4.20), the employees in the research institutes consider the sales price of the product (mean= 5.00), rapid product offer to the market (mean= 4.76) and product range, fishing season and retailer cooperation (mean= 4.62), the employees in the feed producer businesses consider cost elements (mean= 4.40), keeping finished product (mean= 4.70) and the sales price of the product (mean= 5.00) and the academicians consider integration (mean= 4.40) as the most important dynamics of competition.

The main hypothesis of the study as; “ H_1 : There is a difference between the employees work in the sector and their perception of competition elements” was tested with ANOVA. The result of ANOVA “ H_0 : There is no difference between the employees work in the sector and their perception of competition elements” hypothesis was accepted ($p > 0.05$, Sig:0.303). The mean of the respondents given to the competitive elements scale did not differ according to the employees’ work in the sector was determined.

CONCLUSION and IMPLICATIONS

Aquaculture in Turkey has been carried out for nearly 50 years, while the marine fish aquaculture is being performed for nearly 30 years. It can be said that it was not difficult for businesses to sell their products in the first few years since the number of businesses was quite limited, the amount of production was not high and the demand was enough to meet the production. In parallel with the developments in technology businesses obtained more efficiency operating in their current sized areas. Following the increase in the productivity of the businesses, the production amounts are increasing year by year (Anonymous, 2013a; Anonymous, 2013b; Anonymous, 2014a). With the increase in production, competition among businesses is also increasing. The competition among the existing businesses is intensely felt due to the reasons of having a greater number of businesses in the aquaculture sector, the supply-demand balance cannot string out to the whole year, the low market growth rate in Turkey on the consumer side and the fact that the products produced are relatively standard and there is no differentiation in the subjects of a brand, etc.

Considering the sector as a whole, the most important dynamics of competition were determined as **‘the sales price of the product’, ‘rapid product offer to the market’, and ‘financial power’**. When the evaluation is made according to the different parties, the producer businesses perceive **‘the sales price of the product’, ‘rapid product offer to the market’, and ‘financial power’** as the most important dynamics of competition as compared to supplier businesses.

According to the academicians, **‘the sales price of the product’, ‘rapid product offer to the market’, and ‘distribution and technology’** are the most important dynamics of competition in the sector. According to the employees of the ministry-provincial directorate, **‘the sales price of the product’, ‘financial power’, and ‘distribution and technology’** are the most important dynamics of competition in the sector. According to the aquaculture and feed producer businesses, **‘the sales price of the product’, ‘keeping finished product’, and ‘rapid product offer to the market’** are the most important dynamics of competition in the sector. According to the retail businesses, **‘the sales price of the product’, ‘financial power’, and ‘distribution and technology’** are the most important dynamics of competition in the sector. According to the employees in the research institutes, **‘the sales price of the product’, ‘rapid product offer to the market’ and ‘Product Range, Fishing Season and Retailer Cooperation’** are the most important dynamics of competition in the sector.

As a result, the dynamics of competition that stand out in the marine fish aquaculture sector are the sales price of the product, rapid product offer to the market, and financial power.

Acknowledgments: This article was extracted from a Ph.D.’s thesis conducted at the Institute for Social Sciences, Marmara University. This thesis was supported by Marmara University, Scientific Research Projects Committee (Project Nr. SOS-C-DRP-210311-0074, 2011). This study was presented in the European Association of Fisheries Economist (EAFE) Conference 2019 (02-04 April 2019, Santiago de Compostela, Spain). This presentation was supported by Marmara University, Scientific Research Projects Committee (Project Nr. FEN-D-130319-0078).

REFERENCES

- Aktan, C. C., & Vural, İ. Y. (2004). *Rekabet Gücü ve Rekabet Stratejileri, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu*. Rekabet Dizisi: 3.
- Anonim. (1988). *Türkiye’de kültür balıkçılığı. Su Ürünleri Semineri (7-8 Nisan 1988)*, ITO Yayın No: 1988-21, 95-103.
- Anonim. (2013a). BSGM Su Ürünleri İstatistikleri. Ankara, TC Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2013b). Su Ürünleri İstatistikleri 2012. Ankara, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Anonim. (2014a). Su Ürünleri Üretimi Haber Bülteni. Ankara, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Anonim. (2016). Su Ürünleri İstatistikleri (<http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>)
- Arslan, F. (2012). *Endüstriyel Pazarlama: Rekabetsel Yaklaşım*, İstanbul: Beta Yayınları.
- Asche F., Guttormsen, A. G., Sebulonsen, T., & Sissener, E. H. (2005). Competition between farmed and wild salmon: the Japanese salmon market. *Agricultural Economics*, 33(3), 333-340.
- Bjørndal T., & Aarland, K. (1999). Salmon aquaculture in Chile. *Aquaculture Economics & Management*, 3(3), 238-253.
- Bjørndal T. (2001). The competitiveness of the Chilean salmon aquaculture industry. Foundation for Research in Economics and Business Administration.
- Bostock J., Muir, J., Young, J., Newton, R., & Paffrath, S. (2008). Prospective Analysis of the Aquaculture Sector in the EU. Part 1: Synthesis Report, (DOI:10.2791/2967) (<http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=1739>).
- Browdy C., & Hargreaves, J. (2009). Overcoming Technical Barriers to the Sustainable Development of Competitive Marine Aquaculture in the United States. Summary of a Workshop on Enhancing Competitiveness of Sustainable Marine Aquaculture in the United States: Addressing Measurement Barriers to Technological Innovation, NOAA Technical Memo NMFS F/SPO100. 114pp.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., & Okumuş, İ. (1999). *Türkiye Su Ürünleri Sektörü: Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri*, İstanbul Ticaret Odası.
- Felzensztein C., & Carter, S. L. (2006). The salmon farming industry: cooperation versus competition for achieving a global positioning. University of Strathclyde Glasgow, Case Study Reference no: 506-153-1.
- Gegez, A. E. (2005). *Pazarlama Araştırmaları*. İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ.
- Gürpınar, K. (2007). *Türk Mobilya Sektörünün Rekabet Gücü Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Afyonkarahisar.
- Hidaka T., & Torii, T. (2005). Evaluation of status and competitive advantage of tuna aquaculture in Australia, *Journal of Rural Problem*, 41.
- Norman-Lopez A., & Asche, F. (2008). Competition between imported tilapia and US catfish in the US market. *Marine Resource Economics*, 23(2), 199.
- Norman-Lopez A. (2009). Competition between Different Farmed and Wild Species: The US Tilapia Market, *Marine Resource Economics*, 24(3), 237.
- Pearce, J. A., & Robinson, R. B. (2009). *Formulation, Implementation, and Control of Competitive Strategy*. New York, USA, McGraw-Hill: Irwin.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York, USA, The Free Press.
- Porter, M. E. (1996). What is Strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61-78.
- Porter, M. E. (1998). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors: with a New Introduction*/Michael E. Porter. New York, USA, The Free Press.
- Porter, M. E. (2000). *Rekabet Stratejisi: Sektör ve Rakip Analizi Teknikleri*. Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Sipahi, B., Yurtkoru, E. S., & Çinko, M. (2006). *Sosyal Bilimlerde SPSS’le Veri Analizi*. İstanbul, Beta Yayım Dağıtım AŞ.
- Şahin, M. (1995). Sea bass and bream in floating cages in Turkey, *Aspects économiques de la production aquacole*, Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 57 -63 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 14). Seminar of the CIHEAM Network on Socio-economic and Legal Aspects of Aquaculture in the Mediterranean (SELAM), 1995/05/17-19, Montpellier (France).
- Teweldemedhin M.Y. (2008). The fish industry in Eritrea: From comparative to competitive advantage, *African Journal of Agricultural Research*, 3(5), 327-333.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (1995). *Strategic Management and Business Policy*, Addison-Wesley Reading, MA.

Biofilm Formation and Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) Production of Bacterial Strains Isolated From Sewage Water

Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI^{1*}, Pemra BAKIRHAN², Sema GENÇ¹,
Melike KAPTANOĞLU³

¹Kilis 7 Aralık University, Faculty of Arts and Sciences, Molecular Biology and Genetics Department, 79000, Kilis, Turkey

²Kilis 7 Aralık University, Institute of Science and Technology, 79000, Kilis, Turkey

³Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Institute of Science and Technology, 46050, Kahramanmaraş, Turkey

*Corresponding author: mersimek@hotmail.com

Research Article

Received 20 September 2019; Accepted 13 February 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Mercimek Takci, H. A., Bakırhan, P., Genç, S., & Kaptanoğlu, M. (2020). Biofilm formation and extended spectrum beta lactamase (ESBL) production of bacterial strains isolated from sewage water. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 170-178. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.622902>

Abstract

The production extended spectrum beta lactamase (ESBL) and metallo-beta lactamase of strains grown biofilm that were isolated from Kilis State Hospital sewage water were investigated in this study. Congo red agar, tube adherence, tissue culture plate tests and SEM analysis were performed for the detection of biofilm production. The extended-spectrum beta lactamase and metallo-beta lactamase expression of biofilm producing bacteria were tested by using Kirby-Bauer disc diffusion method according to CLSI guidelines. 5 clinical isolates were revealed to be biofilm producers. From of these isolates, *Enterococcus* spp. (C2) and *E. coli* strains showed strong biofilm producing. One of *Enterococcus* isolates, SEM micrograph of C1 has viewed the weak adherence on glass surface. Only one from 5 isolates, *Enterococcus* spp. (C2) the strain was determined to synthesis ESBL enzyme. None of the strains was observed to produce metallo-beta lactamase. ESBL and biofilm production provide an important pathogenic character allowing protection against antibiotic treatments to *Enterococcus* spp. (C2).

Keywords: Biofilm, ESBL, metallo-beta lactamase, SEM.

Atık Sudan İzole Edilen Bakteri Suşlarının Biyofilm Oluşumu ve Genişletilmiş Spektrum Beta Laktamaz (ESBL) Üretimi

Özet

Bu çalışmada Kilis Devlet Hastanesi kanalizasyon suyundan izole edilen biyofilm oluşturan suşların genişletilmiş spektrumlu beta laktamaz ve metallo-beta laktamaz üretimi incelenmiştir. Biyofilm üretiminin belirlenmesi için kongo kırmızısı agar, tüp adherens, doku kültürü plak testleri ve SEM analizi uygulanmıştır. Biyofilm üreten suşların genişletilmiş spektrumlu beta laktamaz ve metallo-beta laktamaz ekspresyonu CLSI yönetmeliğine göre Kirby-Bauer disk difüzyon metodu kullanılarak test edilmiştir. 5 klinik izolatin biyofilm üreticisi olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlardan *Enterococcus* spp. (C2) ve *E. coli* suşları güçlü biyofilm üretmiştir. *Enterococcus* izolatlarından C1'in SEM mikrografında cam yüzeye zayıf tutunma gözlenmiştir. 5 izolattan yalnızca biri, *Enterococcus* spp.'nin (C2) GSBL enzimi sentezlediği ortaya konmuştur. Suşlardan hiçbirinin metallo-beta laktamaz üretmediği belirlenmiştir. GSBL ve biyofilm üretimi *Enterococcus* spp. (C2) suşuna antibiyotik tedavilerine karşı koruyarak önemli bir patojenik karakter sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyofilm, GSBL, metallo-beta laktamaz, SEM.

INTRODUCTION

Antoni van Leeuwenhoek, a Dutch scientist, observed microbial material scraped from surfaces of his teeth by using a simple microscope, about 300 years ago. This microscopic object, not visible to the naked eye, is called animalcules (tiny living animals) by him. This discovery is the first description of the microbial biofilm (Dufour, 2012; Jamal et al., 2015).

Bacterial cells demonstrate two growth forms in nature; planktonic and biofilm known as the ubiquitous and predominant life form (Maric et al., 2007; Sala et al., 2012; Jamal et al., 2015). Biofilm can grow many different areas such as surfaces of aqueous environments, plant, and animal tissues, implanted medical materials, wastewater channels, and industrial places etc. (Dufour, 2012; Jamal et al., 2015). This structure attached to surfaces is a microbial community consisted of different microbial species or genera sharing the same ecological niche (Sala et al., 2012; Bogino, 2013).

Biofilm is a porous matrix that encased to surface within extracellular polymeric substances produced by bacteria inside this community (Bogino et al., 2013; Jamal et al., 2015). The bacterial dense in the biofilm matrix is regulated via the chemical signaling pathway (quorum sensing) that is defined as cellular communication between bacteria (Sharma et al., 2016; Temel and Erac, 2018). The extracellular polymeric substance (EPS) is included the several cellular components such as proteins, DNA, polysaccharides, RNA, and water. Biofilm formation is exhibited the basic steps: adherence to a surface, micro-colony formation (the sessile form), production of polymeric matrix, biofilm maturation and breakaway (Jamal et al., 2015).

Biofilm phenotype enhances the survival efficiency of the microbial community by protecting bacteria against antibacterial agents, phagocytic animal cells, adverse environmental conditions and providing the high-osmolarity conditions, oxygen limitations and high cell density (Maric, 2007; Dufour, 2012; Adamus-Bialek, 2015).

Biofilm-associated antimicrobial resistance is disseminated by genetic material exchange included conjugation, transduction, and transformation with varying from organism to organism (Sala et al., 2012; Dias et al., 2018). This matrix causes various clinic infections that are especially associated with the use of intravascular and urethral catheters of orthopedic devices, contact lenses, prosthetic heart valves, vocal cord prosthesis (Maric, 2007). The biofilm formation and extended-spectrum beta-lactamases production synergistically give rise to develop multi-drug resistant strains such as *Enterobacteriaceae* species by prolonging the treatment periods of these infections (Dumaru et al., 2019).

Biofilm formation and ESBL production in bacteria synergistically contribute to the development and dissemination of multi-drug resistant strains. In this regard, it is important to the knowledge of biofilm formation and antibiotic resistance profile of bacterial strains in antibiotic therapy of the patients. So, we aimed to discuss ESBL-synthesizing in biofilm producer clinic strains isolated from sewage water of Kilis state hospital in this study.

MATERIALS and METHODS

Biofilm producer bacteria isolation from hospital sewage

Isolation of biofilm-producing bacteria from Kilis hospital sewage was performed. Sample collected in an autoclaved dark bottle was brought to the microbiology lab. in a short time and kept at 4°C.

Congo red agar was described as screening biofilm formation by bacterial strains. This medium consisted of brain heart infusion broth (BHI) supplemented with 5% sucrose and congo red stain (0.8 g/L). The serial dilutions were prepared by using 1 mL of a sewage water sample. 100 µL from five and eight-fold dilutions were spread on congo red agar. And plates were incubated for 24 h at 37°C (Mathur et al., 2006; Ivana et al., 2015; Lima et al., 2017). After incubation, the colors of colonies on plates were observed. The dark red or blackish colonies with dry or crystalline consistency and red colonies with a smooth and darkened appearance in the center were evaluated as biofilm producers; biofilm non-producers, respectively (Lima et al., 2017). Dark red or blackish colonies were selected and strains were identified by applying morphological (Gram staining) and standard microbiological procedures (indole, methyl red, voges proskauer, citrate, and mug agar test systems). The isolates were identified by comparing with standard description reported in Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.

Determination of biofilm formation

Characterization of biofilm morphotype: Colony morphology of biofilms was tested on Luria Bertani (LB) agar without salt and supplemented with Congo red (40 µg/mL) as an indicator stain. Biofilm producer strains were inoculated into Luria Bertani (LB) broth without NaCl. Test tubes were incubated for 24 h at 37°C. After overnight growing, 10µL, 20µL and 50µL of cultures were

transferred by dripping onto the agar surface. The plates were incubated for 168 h at 37°C. Following the incubation period, colony morphology of biofilms was stated as rdar (red, dry and rough), bdar (brown, dry and rough), pdar (pink, dry and rough) and saw (smooth and wet) (Akyıldız, 2015; Ivana et al., 2015). The experiment was separately performed in triplicate.

Tube adherence method (TM): Biofilm production at the liquid medium was analyzed by the tube adherence method. A loopful from an overnight culture of test organisms was transformed into the tubes including 10 mL of Trypticase soy broth (TSB) with 1% glucose and incubated for 24-168 hours at 37°C. And then, tubes were gently poured and washed with phosphate buffer saline pH 7.4. The tubes dried in the air and at room temperature were stained with 0.1% crystal violet. The excess of stain in tubes was removed by running water. The intensity of color adhered to the wall and bottom of the tubes dried in inverted position was observed for biofilm formation. According to the depth of color, biofilm formation was detected as weak, moderate, and strong (Christensen et al., 1982; Mohamed et al., 2016).

Tissue culture plate test (TCP): This method was spectrophotometrically investigated biofilm formation. The bacterial suspensions were acquired by growing in TSB with 1% glucose for 24 h at 37°C. The wells of sterile flat-bottomed 96-well polystyrene tissue culture plates were filled with 200 µL of these suspensions. 150 µL of the non-inoculated sterile medium was added to the wells and plates were then incubated 168 h at 37°C. After incubation, the content of wells was removed and the adherent biofilm layers in the inoculated wells were stained with 150 µL of with crystal violet (1%) for 30 min. The stains in the wells were poured and wells were washed by distilled water three times. After washing, the biofilm matrix was fixed by waiting with 200 µL of ethanol-acetone (70:30 w/w) mixture for 30 min. Optical density (OD) of stained adherent biofilm was measured by using microplate reader at 595 nm. For each bacteria, test was performed in triplicate. According to the absorbance difference between the average values of optic density of the inoculated and control wells (OD_c), biofilm formation was categorized: weak biofilm: OD_c<OD≤2xOD_c Moderate biofilm: 2xOD_c<OD≤4xOD_c and Strong biofilm: 4xOD_c<OD (Hassan et al., 2011; Ozdemir and Arslan, 2018).

ESBL production of strains

Production ESBL of biofilm producer strains was tested by double disc synergy assay. The turbidity of the overnight bacterial culture was adjusted to 0.5 McFarland standard reference range. Following the inoculation on Mueller Hinton Agar (MHA), the plates were incubated at 37°C for 24 h. 30 µg of Cefotaxime (CTX), Ceftazidime (CAZ), Ceftriaxone (CRO), Cefepime (FEP), and Cefoxitin (FOX) discs were placed 20 mm apart from each other and amoxicillin-clavulanic acid disc on the centre of plates. After incubation at 37°C for 18-24 h. Enhancement of inhibition zones around test discs towards to amoxicillin-clavulanic acid disc and being wider (by ≥ 5mm) from inhibition zones of test discs on MHA plates without amoxicillin-clavulanic acid disc were indicated to ESBL production.

10 µg of imipenem (IMP) and meropenem (MER) standard discs were used for metallo beta lactamase (MBLs). 10 µL of 0.5 M EDTA was embrued on these standart discs. The plates were incubated at 37°C for 18-24 h. The being broader (by ≥ 7mm) of inhibition zone diameters around the combined discs (IMP+EDTA; MER+EDTA) than discs without EDTA was a positive result.

Scanning electron microscopy analysis of biofilm

Autoclaved glass shards with a smooth surface were added to test tubes including TSB. A loopful from an overnight culture of test organisms was inoculated to test tubes. After 168 h incubation, the biofilm formation on dried glass surfaces in the air was observed by using scanning electron microscopy without fixation protocol. The surface of the sample covering-stubs was coated by a gold particle (Quorum Q150R Sputter Coater). It was viewed by using scanning electron microscopy (FEI Quanta FEG 650) at 10 kV accelerating voltage.

RESULTS and DISCUSSION

Biofilm formation was analyzed by the Congo red agar test. In a total, 5 bacterial strains produced biofilm were isolated from Kilis State Hospital sewage and entitled C1, C2, C5, C6 and C7. Figure 1 is shown the strains with colonies dark red or blackish colonies on CRA. Bacteriological profiles of the isolates associated with biofilm production were determined for C1 and C2 as *Enterococcus* spp.; C5 as *Enterobacter* spp.; C6 as *Escherichia* spp.; C7 as *E. coli*.

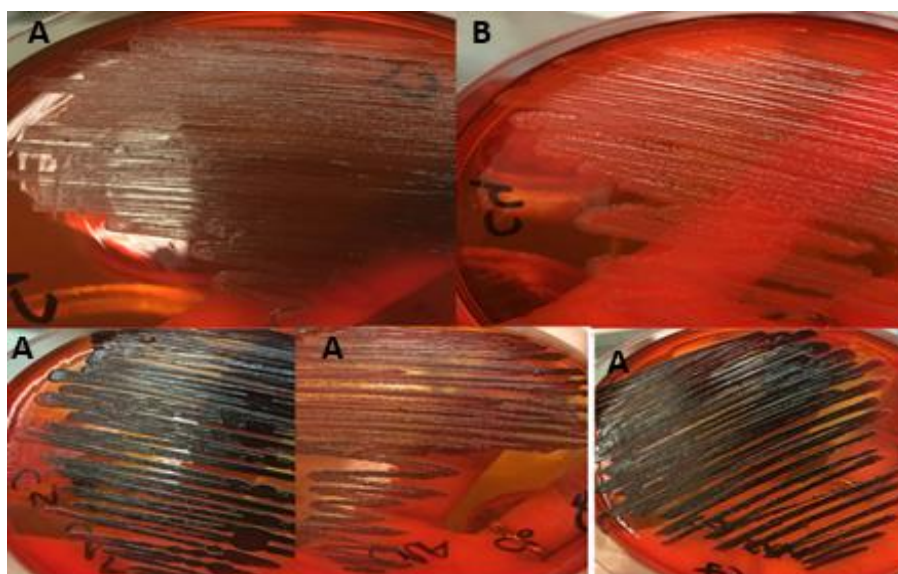


Figure 1. Colony colors of biofilm formation on CRA plates indicating biofilm producers of black and brown colonies; non-biofilm producers of red colonies

The presence of black colonies correlated with biofilm formation on CRA has been reported by other authors. The biofilm production of *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, *Candida* spp. and *Staphylococcus* spp. isolates showing colonies with black colors on CRA plates were determined (Mathur et al., 2006; Darwish and Asfour, 2013; Kaiser et al., 2013; Saxena et al., 2014; Nachammai et al., 2016; Lima et al., 2017; Kırmusaoglu, 2017). The CRA method used to identify biofilm formation in different strains has advantages such as speed, reproducibility, and preservability. For this reason, the CRA method is the first analysis chosen to demonstrate the biofilm formation ability. CRA plates are also performed to visualize the individual biofilm morphology.

The morphotype of biofilm colonies onto CRA plates was classified based on the colony color and morphology analysis. The morphology of all biofilm colonies is demonstrated in Figure 2.

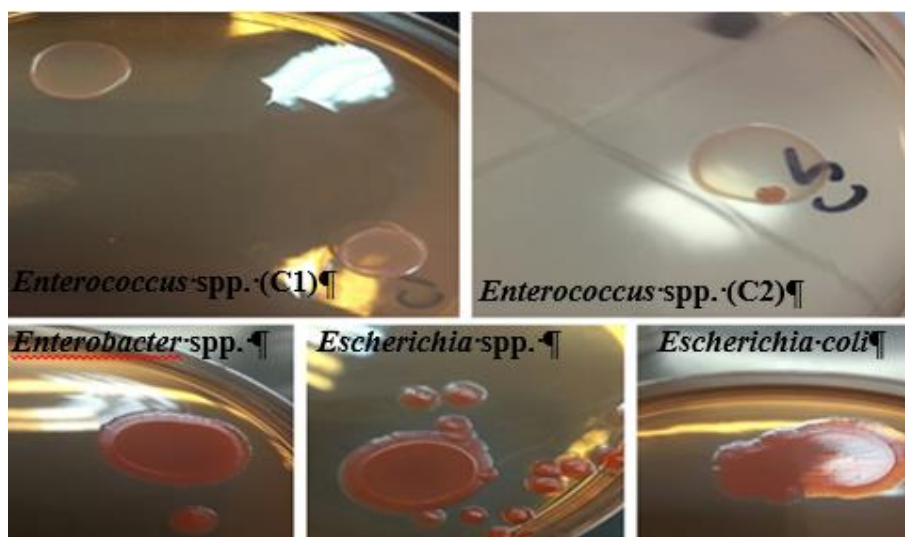


Figure 2. Screening of biofilm morphotype on CRA plates

Enterococcus spp. strains and the other ones were showed bdar type morphology categorized with brown, dry, and rough colonies. In biofilm positive *S. aureus* strains, biofilm characterization with dry and smooth black; dry and smooth red morphology was noted by Darwish and Asfour (2013). The similarity to our result, bdar, rdar, and pdar biofilm morphologies for *Salmonella* spp strains were observed (Karaca, 2011). In another study, the biofilm formation *Salmonella* spp. strains having bdar

and rdar type morphology was exhibited by Akyıldız (2015). It is declared that the isolates having rdar, bdar and pdar biofilm morphotype produced cellulose and curli fimbriae, curli fimbriae, and cellulose as extracellular matrix components, respectively (Karaca, 2011; Akyıldız, 2015) Therefore, the biofilm producer strains isolated in our study can be expressed to be curli fimbriae producing. This fimbriae type finds on the extracellular surface of the many bacteria such as *Escherichia*, *Enterobacter* and *Salmonella* spp. belong to *Enterobacteriaceae*. (Barnhart and Chapman, 2006).

Concerning biofilm production on CRA plates, the biofilm formation ability of the strains was tested by tube adherence and tissue culture plate methods. The analyzed isolates were categorized as non-adherence, weak, moderate and strong producer based upon crystal violet binding of biofilm adhered to surfaces.

By the standard tube adherence analyses, biofilm characterizations after 24-168 h incubation period are depicted in Figure 3.

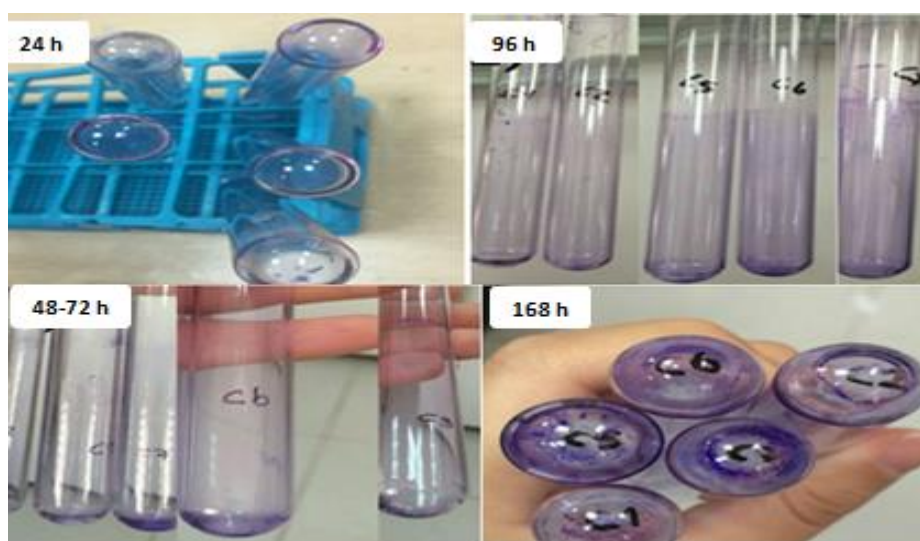


Figure 3. Categorization of biofilm production by using tube adherence method (TM)

In the first 24 h, none of the analyzed strains was not formed biofilm. Following 48-72 h, while *Enterobacter* spp., *Escherichia* spp., and *E. coli* produced moderate biofilm, biofilm of *Enterococcus* spp. strains were weak. *E. coli* was the strongest biofilm producer between strains within 96 h by adhering more cells. *Enterobacter* spp., one of *Enterococcus* spp. (C2) and *Escherichia* spp. formed a moderate biofilm. Biofilm characterization of *Enterococcus* spp. strain (C1) showed similarity for 96 and 168 h: weak adherence. *Enterococcus* spp. (C2) and *E. coli* were determined as strong biofilm producers after 168 h incubation period. This observation is stated to need a long incubation period for adhering more cells to create a biofilm.

Table 1. Comparison of biofilm adherence of clinic strains by standard tissue culture plate method (TCP)

Strains	Biofilm formation Mean OD values	Adherence
<i>Enterococcus</i> spp. (C1)	0.177	Weak
<i>Enterococcus</i> spp. (C2)	0.828	Strong
<i>Enterobacter</i> spp.	0.372	Moderate
<i>Escherichia</i> spp.	0.466	Moderate
<i>Escherichia coli</i>	0.674	Strong

Similar results to tube adherence method were recorded in tissue culture plate analyses in this study. Quantification of biofilm production is expressed in Table 1/Figure 4.

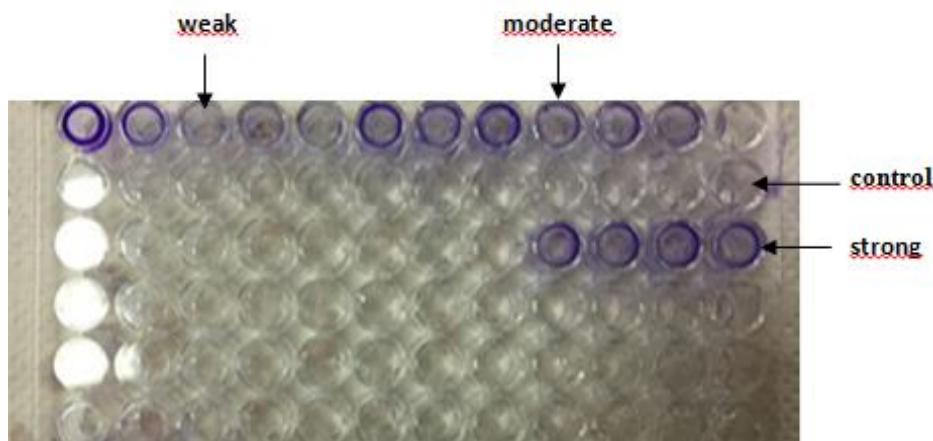


Figure 4. Classification of biofilm formation by standard tissue culture plate method (TCP)

The strains of strong biofilm producers were *Enterococcus* spp. (C2) and *E. coli* with 0.828 and 0.674 optic density, respectively. *Enterococcus* spp. strain (C1) was considered to be weak biofilm producers according to TPC method. This is indicated the low expression of genes responsible for the synthesis of surface materials that provide adhesion and the synthesis of EPS in weak biofilm producer strains. *Enterobacter* spp. and *Escherichia* spp. were classified as moderate producers.

Similar data was recorded in a previous study showing strong/high biofilm production of %27 out of 121 *Staphylococcus* sp. isolates (Kırmusaoglu, 2017). Similarly, Kristich et al. (2004) indicated a significant biofilm accumulation for *Enterococcus faecalis*. In the other study, 22, 60, and 70 from 152 *Staphylococcus* spp. isolates were considered to be strong, moderate, and non or weak biofilm producers in TCP method (Mathur et al., 2006). Asati and Chaudhary (2018) determined that 160 strains including *Klebsiella* spp., *Escherichia coli*, *Citrobacter* spp., *Proteus* spp. *Enterobacter* spp. showed biofilm formation by using TCP and modified TCP method.

The results obtained in this research are similar to the other studies which determined none or weak biofilm formation by *E. coli* after 24 hours of incubation (Adamus-Białek, 2015). As similar to our results regarding incubation time, Dias et al. (2018) detected that *K. pneumoniae* produced weak biofilms after the first 24 h incubation. This formation capability increased at 48 h.

Hassan et al. (2011) identified biofilm producer *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *E. coli*, *K. pneumoniae* and *S. aureus* clinic strains by using three standard methods (CRA, TM and TCP) as similar to our data's.

Our results related to biofilm produced *Enterococcus* spp. were similar to others which indicated strong and weak adherent by *E. faecalis* strains isolated from urinary tracts (Zheng et al., 2018).

After 168 h incubation on glass, SEM micrograph of biofilm formation is viewed in Figure 5.

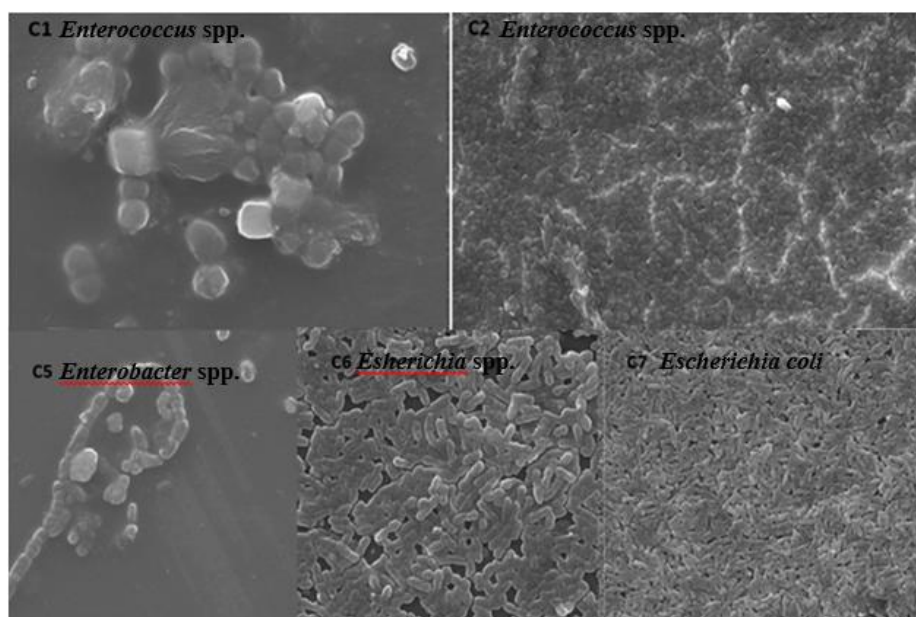


Figure 5. SEM images of biofilm formation of bacterial strains on glass surface

Regarding biofilm formation, *Enterococcus* spp. (C2) and *E. coli* was the stronger biofilm producer strains. This characterization is indicated the high amount of adhered cells on the glass surface for theirs. According to these results, the SEM analysis showed a good correlation with the TCP and TM assay for biofilm-forming characterization. In opposition to the adhered cells, *Enterococcus* spp. strain (C1) and *Enterobacter* spp. were observed to form a slimy biofilm as individualized cells and not encase on the glass surface. SEM micrographs revealed that *Enterobacter* spp. produced weak biofilm on the glass surface by contrast with TM and TPC. For SEM analysis, the variations concerning biofilm formation between the different strains of the same genus in addition to different genus were observed. This can be explained by the different responses of bacterial strains to the external parameters such as population density, incubation time and surface produced biofilm.

Variations regarding ESBL and metallo-beta lactamase production between the biofilm formation strains were detected. *Enterococcus* spp. (C1), *Enterobacter* spp. and *Escherichia* spp. showed a low and moderate ability to biofilm formation were exhibited to not produce ESBL and metallo-beta lactamase. Even if the density of the biofilm was high, the ESBL and MBL expressions were not observed. The association between antimicrobial drug susceptibility pattern and biofilm formation was only noted for *Enterococcus* spp. (C2) strain. Despite of ESBL producer, it was found to not synthesize MBL. The antibiotic resistance of *Enterococcus* spp. (C2) was observed to increase depending on the association between ESBL and biofilm production by comparison with other isolates.

CONCLUSION

With regard to *Enterococcus* spp., biofilm formation by ESBL producing strains has been rarely demonstrated by the other authors. Generally, biofilm formation researches have been worked on *Enterobacteriaceae* strains causing multidrug-resistant infections. Because of this, our studies regarding ESBL expression of clinic *Enterococcus* spp. isolates produced biofilm preferred research. However, the drawback of our results is the lack of determination of biofilm, ESBL, and MBL production by using molecular applications.

REFERENCES

- Adamus-Białek, W., Kubiak, A., & Czerwonka, G. (2015). Analysis of uropathogenic *Escherichia coli* biofilm formation under different growth conditions. *Acta Biochimica Polonica*, 62(4), 765-771. https://doi.org/10.18388/abp.2015_1127.
- Akyıldız, S. (2015). *Investigation of biofilm formation in the food-borne Salmonella Isolates*. Dissertation, Gazi University.

- Asati, S., & Chaudhary, U. (2018). Evaluation of two methods of biofilm detection in members of family *Enterobacteriaceae*. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(7), 20-23. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/34795.11827>.
- Barnhart, M.M., & Chapman, M.R. (2006). Curli biogenesis and function. *Annual Review of Microbiology*, 60, 131–147. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.60.080805.142106>.
- Bogino, P.C., Oliva Mde, L., Sorroche, F.G., & Giordano, W. (2013). The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(8), 15838-15859. <https://doi.org/10.3390/ijms140815838>.
- Christensen, G.D., Simpson, W.A., Bisno, A.L., & Beachey, E.H. (1982). Adherence of slime producing strains of *Staphylococcus epidermidis* to smooth surfaces. *Infection and Immunity*, 37(1), 318-26.
- Darwish, S.F., & Asfour, H.A.E. (2013). Investigation of biofilm forming ability in *Staphylococci* causing bovine mastitis using phenotypic and genotypic assays. *The Scientific World Journal* 13, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/378492>.
- Dias, C., Borges, A., Oliveira, D., Martinez-Murcia, A., Saavedra, M.J., & Simões, M. (2018). Biofilms and antibiotic susceptibility of multidrug-resistant bacteria from wild animals. *Journal of Life and Environmental Sciences*, 6, e4974; <https://doi.org/10.7717/peerj.4974>.
- Dufour, D., Leung, V., & Lévesque, C.M. (2012). Bacterial biofilm: structure, function, and antimicrobial resistance. *Endodontic Topics*, 22, 2–16. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2012.00277.x>.
- Dumaru, R., Baral, R., & Shrestha, L.B. (2019). Study of biofilm formation and antibiotic resistance pattern of gram-negative Bacilli among the clinical isolates at BPKIHS, Dharan. *BMC Research Notes*, 12(1), 38. <http://dx.doi.org/10.1186/s13104-019-4084-8>.
- Hassan, A., Usman, J., Kaleem, F., Omair, M., Khalid, A., & Iqbal, M. (2011). Evaluation of different detection methods of biofilm formation in the clinical isolates. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 15(4), 305-311.
- Ivana, C., Marija, S., Jovanka, L. Bojana, K., Nevena, B., Dubravka, M., & Ljiljana, S. (2015). Biofilm Forming Ability of *Salmonella enteritidis* in vitro. *Acta Veterinaria-Beograd*, 65(3), 1-19. <https://doi.org/10.1515/acve-2015-0031>.
- Jamal, M., Tasneem, U., Hussain, T., & Andleeb, S. (2015). Bacterial biofilm: Its composition, formation and role in human infections. *Research & Reviews: Journal of Microbiology and Biotechnology*, 4(3), 1-14.
- Kaiser, T.D., Pereira, M.E., dos Santos, K.R., Maciel, E.L., Schuenck, P.R., & Nunes, A.P. (2013). Modification of the Congo red agar method to detect biofilm production by *Staphylococcus epidermidis*. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 75(3), 235-239. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2012.11.014>.
- Karaca, B. (2011). *Identification of biofilm forming abilities of Salmonella strains isolated from Turkey*. Dissertation, Ankara University.
- Kırmusaoglu, S. (2017). The comparison of methods used for the detection of biofilm formation that cause antibiotic resistance of *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus*. *Ortodogu Medical Journal*, 9 (1), 28-33. <https://doi.org/10.21601/ortadogutipdergisi.299940>.
- Lima, J.L.D.C, Alves, L.R., Paz, J.N.P.D, Rabelo, M.A., Maciel, M.A.V., & Moraes, M.M.C. (2017). Analysis of biofilm production by clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* from patients with ventilator-associated pneumonia. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 29(3), 310-316. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20170039>.
- Marić, S., & Vraneš, J. (2007). Characteristics and significance of microbial biofilm formation. *Periodicum Biologorum*, 109(2), 115-121.
- Mathur, T., Singhal, S., Khan, S., Upadhyay, D.J., Fatma, T., & Rattan, A. (2006). Detection of biofilm formation among the clinical isolates of staphylococci: an evaluation of three different screening methods. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 24(1), 25-29.
- Mohamed, A., Rajaa, A.M., Khalid, Z., Fouad, M., & Naima, R. (2016). Comparison of three methods for the detection of biofilm formation by clinical isolates of *Staphylococcus aureus* Isolated in Casablanca. *International Journal of Science and Research*, 5(10), 1156-1159. <https://doi.org/10.21275/ART20162319>.
- Nachammai, S.M., Jayakumar, K., & Aravazhi, A.N. (2016). The effectiveness of antibiotics against a major uropathogen- *Escherichia coli* and its biofilm assay by phenotypic methods. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 4(11), 4820-4828. <http://dx.doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20163773>.
- Ozdemir, F., & Arslan, S. (2018). Biofilm production and antimicrobial susceptibility profiles of *Bacillus* spp. from meats. *Sakarya University Journal of Science*, 22(6), 1674-1682. <https://doi.org/10.16984/soaufenbilder.395016>.
- Sala, L., Morar, A., Colibar, O., & Morvay, A.A. (2012). Antibiotic resistance of gram negative bacteria isolated from meat surface biofilm. *Romanian Biotechnology Letters*, 17(4), 7483-7492.

- Saxena, N., Maheshwari, D., Dadhich, D., & Singh, S. (2014). Evaluation of Congo red agar for detection of biofilm production by various clinical candida isolates. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 3(59), 13234-13238. <https://doi.org/10.14260/jemds/2014/3761>.
- Sharma, G., Sharma, S., Sharma, P., Chandola, D., Dang, S., Gupta, S., & Gabrani, R. (2016). *Escherichia coli* biofilm: development and therapeutic strategies. *Journal of Applied Microbiology*, 121(2), 309-319. <https://doi.org/10.1111/jam.13078>.
- Temel, A., & Erac, B. (2018). Bacterial biofilms: detection methods and role in antibiotic resistance. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 48(1), 1-13. <https://doi.org/10.5222/TMCD.2018.00>.
- Zheng, J.X., Bai, B., Lin, Z.W., Pu, Z.Y., Yao, W.M., Chen, Z., Li, D.Y., Deng, X.B., Deng, Q.W., & Yu, Z.J. (2018). Characterization of biofilm formation by *Enterococcus faecalis* isolates derived from urinary tract infections in China. *Journal of Medical Microbiology*, 67, 60-67. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000647>.

Ichthyofauna of Düzce Province (Turkey): Population and Habitat Evaluation**Salim Serkan GÜÇLÜ** 

Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Eğirdir Fisheries, Isparta, Turkey

Corresponding Author: salimguclu@isparta.edu.tr**Research Article**

Received 22 September 2019; Accepted 17 March 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Güçlü, S.S. (2020). Ichthyofauna of Düzce province (Turkey): Population and habitat evaluation. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 179-188. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.623207>**Abstract**

This study aimed to analyze the distribution, endemism-conservation status, habitat features of inland water fish species and some threats in Düzce inland water systems. Fish samples were collected using electrofishing equipment, gill nets, fyke nets, and cast nets between April-October 2016. We have identified 17 fish taxa belonging to 9 families (Salmonidae (1 taxa), Acheilognathidae (1 taxa), Cyprinidae (2 taxa), Gobionidae (1 taxa), Leuciscidae (7 taxa), Tincidae (1 taxa), Cobitidae (1 taxa), Percidae (1 taxa), Gobiidae (2 taxa)). As a result of field observations conducted in Düzce province inland water, we determined 4 endemic (*Gobio baliki*, *Squalius porsakensis*, *Alburnoides coskuncelebii* and *Cobitis splendens*) and 2 invasive species (*Carassius gibelio*, *Oncorhynchus mykiss*). Endemic species were observed in narrow areas and small populations. Fish fauna and habitats were observed to be under the influence of drying, water and sand extraction, dam and pond building, pollution, mining and invasive species pressure.

Keywords: Anatolia, Düzce, fish fauna, anthropogenic effects**Düzce İli (Türkiye) İhtiyofaunası: Popülasyon ve Habitat Durumları****Özet**

Bu çalışma Nisan-Ekim 2016 tarihleri arasında Düzce içsu sistemlerinde dağılım gösteren iç su balık türlerinin, endemizm-korunma durumu, habitat özellikleri ve bazı tehditlerini analiz etmeyi amaçlamıştır. Balık örnekleri, elektroşoker, solungaç ağları, ıgırıp ve pinter ağları kullanılarak toplanmıştır. Çalışmada 9 familyaya ait 17 balık taksonu (Salmonidae (1 takson), Acheilognathidae (1 takson), Cyprinidae (2 takson), Gobionidae (1 takson), Leuciscidae (7 takson), Tincidae (1 takson), Cobitidae (1 takson), Percidae (1 takson), Gobiidae (2 takson)) tespit edilmiştir. Düzce ilindeki iç sularda yapılan saha gözlemleri sonucunda, 4 endemik (*Gobio baliki*, *Squalius porsakensis*, *Alburnoides coskuncelebii* ve *Cobitis splendens*) ve 2 istilacı tür (*Carassius gibelio*, *Oncorhynchus mykiss*) belirlenmiştir. Endemik türlerin, dar alanlarda ve küçük popülasyonlar halinde buldukları gözlenmiştir. Balık faunası ve habitatların; kuruma, su ve kum çekimi, baraj ve gölet yapımı, kirlilik, madencilik ve yabancı türlerin baskısının olumsuz etkisi altında olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu, Düzce, balık faunası, çevresel etkiler**INTRODUCTION**

Turkey is one of the few terrestrial parts of geographically located between three continents with high biological diversity. Turkey's geography consists of the Anatolian and Thrace regions, but its ichthyofaunal richness originates from the Anatolian region (Görür et al., 1984). Though scientific studies in Anatolia began in the second half of the 1800s, the issue is still not fully clarified.

Anatolia has a geological structure that is consistently active, from the late Miocene period until today when it began to take shape. In addition to the lentic systems consisting of open and closed basins, the geographic isolation created by the lotic systems connected to the seas accelerated the speciation. In this way, nine different ecological regions formed (Görür et al., 1984).

The latest status of Turkish inland water fishes and the endemism level of taxa have been discussed. According to Kuru et al. (2014) in Turkey, it is stated that 371 species and Eschmeyer et al. (2018), 377 species. According to the latest November 2018 data, the total number of 368 taxa (31 families) in Turkey has reached to 409 (including 29 exotic species) with the addition of 41 taxa from this date. The endemism rate in all species was 47.4% (194 species). It was determined that 4 species (2.1%) EX, 18 species (9.3%) CR, 38 species (19.6%) EN, 17 species (8.8%) VU from 194 endemic

species in Turkey's inland waters (Çiçek et al., 2015; Çiçek et al., 2018; Yoğurtçuoğlu and Freyhof, 2018). The regions where endemic species are highest in Anatolia; Central Anatolia and Lake District, Southwest Anatolia, Tigris, and the upper basins of the Euphrates, Ceyhan, and Seyhan basins.

Düzce placed in Western BlackSea Basin. The average altitude is 150 m. Düzce has a rich biological diversity due to its geographical location, variable habitat, and ecosystem diversity. The majority of the waters in the Düzce region are the creeks in the Melen Stream Basin (Efteni Lake Basin) (Melen Stream, Asarsu, Uğursuyu, Aksu Creek, Karadere, Aydınpinar). In the Akçakoca region, separated from the plain of Düzce with Kaplandede and Orhan mountains, there are small streams that are generally perpendicular to the shore, which are not connected to the Melen Basin (Sarmadere, Değirmendere, Çayağzı and Çakbelit creeks). There is also 1 natural lake (Efteni Lake) and 1 reservoir lake (Hasanlar Dam Lake) in Düzce. There are few studies on inland water fish in Düzce Province (İlhan and Balık, 2008; Ketten, 2009). The present study aims to fill this gap by documenting the taxonomic features of the Düzce Province ichthyofauna.

MATERIALS and METHODS

Sampling was carried out in May, June, July, October and December 2016 with electrofishing equipment in a 50-meter transect in lotic systems (Küçük Melen Stream, Asarsu, Uğursuyu, Aydınpinar, Aksu, Sarmadere, Değirmendere, Çayağzı, and Çakbelit creeks), with gill nets (35x1.5 m and 35x3.5 m), castnet (trap) in diameter of 1.5-2 m. and seine net in the lentic system (Efteni Lake, Hasanlar Dam Lake) (Figure 1). The Küçük Melen Stream originates from the Yığılca Mountains and flows into Lake Efteni. There are Saklıkent Waterfalls and Hasanlar Dam Lake on it. The Asarsu Stream originates from the Bolu Mountains and passes through Kaynaşlı and joins the Küçük Melen Stream approximately 10 km west of Düzce. Uğursuyu and Aydınpinar creeks originate from the northeastern slopes of the Elmacık Mountains flow into Lake Efteni. It is 30 km long and has Samandere Waterfall on it. Aksu Creek is one of the streams that flow into Lake Efteni. It originates from the Elmacık Mountains. In the Akçakoca region, separated from the plain of Düzce with Kaplandede and Orhan mountains, there are small streams that are generally perpendicular to the shore, which are not connected to the Melen Stream Basin. These creeks Sarmadere, Değirmendere, Çayağzı, and Çakbelit creeks. There is Efteni Lake as a natural lake in Düzce. Its altitude is 112 m and its deepest point is 6 m. Lake Efteni is used as a wetland by many bird species as a feeding, shelter, and breeding area. Due to nutritious streams and the output of the Great Melen Stream, its waters are constantly being renewed. The lake was registered as a wildlife conservation area in 1992 by the Ministry of Forestry (Tatar, 2003).

The intensities of the fish samples hunted in the systems were determined, were taken into 10% formaldehyde for examination in the laboratory and the photos were taken when the body tissues were hardened. Metric measurements were carried out with 0.01 mm sensitive calipers. Meristic characters such as several gill rakers, pharyngeal teeth, dorsal, and anal fin rays, total lateral line scales were counted under a stereomicroscope (Kottelay and Freyhof, 2007; Turan et al., 2017; Turan et al., 2018; Turan et al., 2019). Family names were given taxonomically according to Stout et al. (2016) and Van der Laan (2017). Conservation status of species provided from IUCN Red List (2019). Also, pollutants entering the systems were observed and biotic-abiotic factors that could threaten fish species were noted.

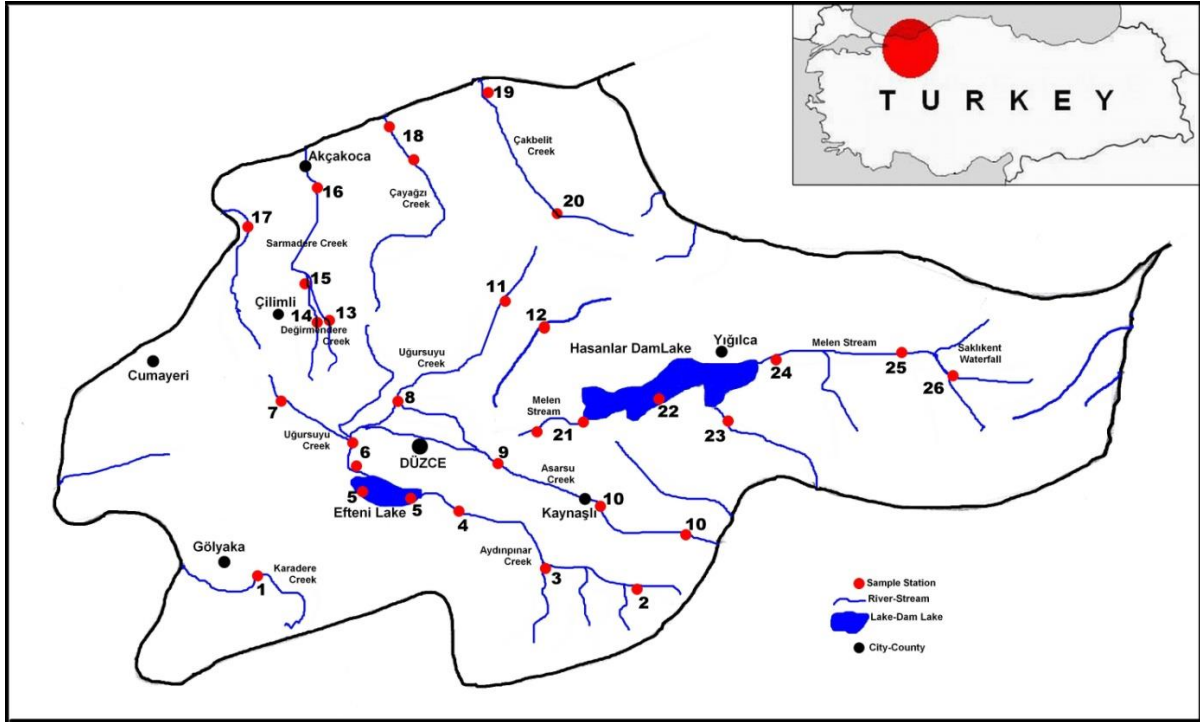


Figure 1. The map of Düzce Province sampling stations

RESULTS and DISCUSSION

17 species belonging to 9 families (Salmonidae (1 taxa), Acheilognathidae (1 taxa), Cyprinidae (2 taxa), Gobionidae (1 taxa), Leuciscidae (7 taxa), Tincidae (1 taxa), Cobitidae (1 taxa), Percidae (1 taxa), Gobiidae (2 taxa)) were identified from the Düzce Province (Table1, Figure 2-18).



Figure 2. *Rhodeus amarus*, IFC-ESUF 03-1406, 45.6 mm SL ♂- 42.4 mm SL ♀

Table 1. Fish taxa and sampling stations in Düzce Province (N: number of individuals, n: native, e: endemic, nn: non-native)

Species	Status	IUCN Status	N	Station
Salmonidae				
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	nn	LC	6	13,14
Acheilognathidae				
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	n	LC	75	5,6,21,22
Cyprinidae				
<i>Barbus tauricus</i> Kessler, 1877	n	VU	12	1,10,13,14,15,16,17,18,21,22,23
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	nn	LC	2	5
Gobionidae				
<i>Gobio baliki</i> Turan,Kaya,Bayçelebi,Aksu & Bektaş,2017	e	LC	14	21,22,24,25
Leuciscidae				
<i>Alburnoides koskuncelebi</i> Turan,Kaya,Aksu,Bayçelebi & Bektaş,2019	e	LC	11	1,5,11,12,21
<i>Alburnus derjugini</i> Berg, 1923	n	LC	17	5,21,22,23,
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	n	LC	21	5
<i>Phoxinus strandjae</i> Drensky, 1926	n	EN	432	9,10,13,14,15,18,19,26
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	n	LC	49	5
<i>Squalius pursoriensis</i> (Hanko, 1925)	e	LC	236	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,16,17,18, ,19,20,21,22,23,24,25
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	n	LC	22	18,21
Tincidae				
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	n	LC	4	5
Cobitidae				
<i>Cobitis splendens</i> Erk'akan,Atalay-Ekmekçi & Nalbant,1998	e	CR	56	5,16,18,19,20,21
Percidae				
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	n	LC	4	5
Gobiidae				
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	n	LC	24	1,18,5
<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1839)	n	LC	1	5

**Figure 3.** *Gobio baliki*, IFC-ESUF 03-1702, 98.4 mm SL**Figure 4.** *Scardinius erythrophthalmus*, IFC-ESUF 03-1850, 190.2 mm SL



Figure 5. *Carassius gibelio*, IFC-ESUF 03-1612, 173.1 mm SL



Figure 6. *Phoxinus strandjae*, IFC-ESUF 03-1801, 71.6 mm SL



Figure 7. *Squalius pursakensis*, IFC-ESUF 03-0854, 13.4 mm SL



Figure 8. *Tinca tinca*, IFC-ESUF 03-1102, 261.1 mm SL



Figure 9. *Blicca bjoerkna*, IFC-ESUF 03-1825, 50.0 mm SL



Figure 10. *Vimba vimba*, IFC-ESUF 03-1133, 189.3 mm SL



Figure 11. *Barbus tauricus*, IFC-ESUF 03-0517, 172.5 mm SL



Figure 12. *Alburnus derjugini*, IFC-ESUF 03-0382, 128.1 mm SL



Figure 13. *Alburnoides coskuncelepii*, IFC-ESUF 03-1215, 78.2 mm SL



Figure 14. *Oncorhynchus mykiss*, IFC-ESUF 02-0020, 191.3 mm SL



Figure 15. *Perca fluviatilis*, IFC-ESUF 08-0006, 146.7 mm SL



Figure 16. *Cobitis splendens*, IFC-ESUF 18-0007, 85.6 mm SL



Figure 17. *Neogobius fluviatilis*, IFC-ESUF 20-0003, 110.5 mm SL



Figure 18. *Proterorhinus semilunaris*, IFC-ESUF 20-0004, 110.3 mm SL

There are few studies on inland water fishes in the borders of Düzce province. İlhan and Balık (2008) identified 32 taxa of inland water fishes in their study in the Western Black Sea region. When the study stations are examined, it is seen that 7 sampling points are remaining in the borders of Düzce province. A total of 10 species were obtained at these points along the northern line of Düzce province. These species; *Salmo labrax*, *Alburnoides bipunctatus*, *Barbus tauricus escherichi*, *Chalcalburnus chalcoides*, *Leuciscus cephalus*, *Phoxinus phoxinus*, *Cobitis splendens*, *Mugil cephalus*, *Neogobius fluviatilis*, and *Proterorhinus marmoratus*. In our study, *S.labrax* and *M. cephalus* species were not found. This difference may arise from station selection. In the study where the vertebrate diversity of the Efteni Lake was investigated (Keten, 2009), 10 fish species (*Abramis brama*, *Barbus escherichi*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus rutilus*, *Squalius cephalus*, *Tinca tinca*, *Cobitis vardarensis*, *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Neogobius fluviatilis*) were identified by using the nets of local fishermen. In our study, although there were no *A.barama*, *B.escherichi*, *C.carpio*, *R.rutilus*, and *E.lucius* species identified by Keten (2009), 7 different fish species were identified (Table 1). Keten (2009) sampled with local fisheries and used local fishing gear according to the fish species. In our study, we used gill nets (35x1.5 m and 35x3.5 m), which are mostly used in scientific studies. Especially because the *E.lucius* species live in the deep and concealed locations of the Efteni Lake, short-term sampling was not sufficient to be caught. In particular, the dense reed areas of the lake made it difficult to use a gill and cast nets. Therefore, we think that the difference is due to the difference station selection and fishing tools.

According to the results of our study; 30% of Düzce Province fish fauna is endemic. *P.strandjae*, *R.amarus*, *A.derjugini*, and *S.pursakensis* are predominant, whereas *B.tauricus*, *V.vimba*, *G.baliki*, *N. fluviatilis*, and *P.semilunaris* species are represented by very few individuals. In the lentic systems, it was determined that *S.erythrophthalmus* and *C.splendens* species were dominant, while *P. fluviatilis* and *T.tinca* species were less individual. The populations of *S.pursakensis* (endemic and IUCN level LC), *B.tauricus*, and *G.baliki* (endemic and IUCN level LC) in habitats studied are intense while those in *A.derjugini* are infrequent. *Phoxinus strandjae* species (IUCN level EN) live in isolated areas in small ponds in the upper reaches of rivers (Saklıkent Waterfall). In the Değirmendere station, which is one of these areas, the rainbow trout farms that were found have a negative effect on population density. It is recommended that *A.coskuncelepii* be protected because the habitats create limited and small populations. *C.splendens* species (endemic and IUCN level CR) have formed large populations in Efteni Lake. However, due to the influence of the mining-quarry-sand extraction studies in the shallow areas of the lower sections of the rivers (Çakbelit Creek), a serious decrease in population density has been observed.

The base structure of the upper parts of the Küçük Melen Stream located at the exit of the Hasanlar Dam Lake consists of rocky and large stone-pebbles in places, while the lower parts consist of very small pebbles. While the intensity of the vegetation on the edges is noticeable in the upper parts of the stream, this vegetation disappears in the lower parts and the stream bed begins to expand and become shallow. The pouring of the Hasanlar Village into the upper area of the sewage has led to a slippery mucilage zone on the rocks and pebbles at the bottom. It is observed that there is an intense sand draft in the lower regions where the bed of the stream expands and shallows, and the bed of the stream is changed and played. These negative factors in these two areas of the stream may have serious negative effects on fish species and population densities. The lack of water in the Hasanlar Dam Lake in the autumn sampling and the lack of water in the Küçük Melen Stream (not even the Water of Life)

created a suitable environment for *C.splendens*. However, it was determined that other species fled in the environment and migrated to higher levels. Due to the low or no rains, Hasanlar Dam Lake has reached the drying point and a decrease of 8-10 m has been observed in its depth.

Saklıkent Waterfall has been observed as an environment that is far from human influence and has not deteriorated much. There is only *P.strandjae* species in the waterfall. Especially in regions where the waterfall forms small pools, the presence of the species is determined intensely. In addition to large individuals of reproductive maturity, very small individuals were also encountered. There is a rainbow trout farm about 1 km below the waterfall. However, individuals escaping from the rainbow trout farm are thought to pose a negative threat to the species.

Asarsu Stream maintains a high flow rate along a narrow bed. It was determined that the waste of the villages around the place were discharged to the stream. The Bolu Mountain Tunnel viaducts that pass over the stream seem to protect the stream in a way. However, conclusions about what the negative effects of viaducts during the construction phase will appear in the future.

The flow rate of Uğursuyu Creek, which is located in the west of Efteni Lake and forms the exit water of the lake, is quite high. The bottom part looks like sand and occasionally slime. In the autumn sampling, due to the density of the mine-quarry-sand extraction activities above the creek, the water looks quite muddy-mud. This will cause the fish to be negatively affected by biologically.

Aydınpınar Creek, which is located in the east of Efteni Lake and forms the inlet water of the lake, flows in a very narrow bed. It comes from the agricultural land around Efteni Lake and pours into the lake. The bottom part consists of sand and small pebbles in places. A large amount of cub *S.pursakensis* was found in the stream.

In Efteni Lake, which has an average depth of 1-2 meters, the excess of the reed areas attract attention. Also, *Nuphar lutea* (yellow water lily) and *Nymphaea alba* (white water lily) species also spread extensively in the lake. As a result of sampling in the lake; *S.erythrophthalmus*, *B.bjoerkna*, *T.tinca*, *C.splendens*, *P.fluviatilis*, *P.semilunaris*, *A.derjugini*, *C.gibelio*, and *R.amarus* species were identified. *S.erythrophthalmus* and *C.splendens* are dominant species in the lake.

Çayağzı Stream flows through a very large bed. It has a very small pebble floor, sandy part, and shallow creek. Sand was densely drawn from the stream, it was shallow and replaced with the bed of the stream. In the stream, *C.splendens* species is widely distributed especially in sandy and shallow regions. Also, *P.strandjae* and *S.pursakensis* species are also spreading, though a little.

Çakbelit Stream is a very small, narrow stream flowing in shallow but high flow. It is very close to the sea. There are hazelnut gardens and agricultural areas in the immediate vicinity. These areas are also capable of being negatively affected. Abundant *P.strandjae* species were found in the stream. Also, *S.pursakensis* species is also dominant. Although very rare, Gobiidae members have been identified.

Sarmadere is a stream that consists of small pebbles and stones flowing in a small stream bed and its water is clear and can be specified as a "trout zone". *P.strandjae* species have been frequently encountered in the regions where the water is pools. No factor will have any negative effects for the species. It is an ideal habitat for the species. Also, *B.escherichii* species is also rarely encountered. Değirmendere is very close to Sarmadere and after about 1 km it joins Sarmadere. There is a rainbow trout farm above the stream. *P.strandjae* species is frequently encountered in the regions where water flows in the stream. Rainbow trout escaping from here may have a negative interaction, especially with *P.strandjae*.

It is observed that there is an intense sand attraction in the lower regions where the stream is enlarged and shallow (Küçük Melen, Asarsu and Çayağzı creeks), that the direction of the stream is changed and played and that the quarries leave the wastes (Uğursuyu Creek). It is thought that individuals escaping from rainbow trout farms may pose a negative threat to natural species (Saklıkent Waterfall, Değirmendere and Sarmadere creeks).

Acknowledgements: This study was supported by the Ministry of Forestry and Water Affairs of Turkey within the scope of National Biodiversity Inventory and Monitoring Project-Düzce and ANADOKU firm (Ankara) for field survey.

REFERENCES

Çiçek, E., Birecikligil, S.S., & Fricke, R. (2015). Freshwater fishes of Turkey: A Revised and updated annotated checklist. *Biharean Biologist*, 9(2), 141-15.

- Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., & Eagderi, S. (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa*, 3(4), 1-39.
- Eschmeyer, W. N., Fricke, R., & Van der Laan, R. (2018). Catalog of fishes: classification. *California Academy of Sciences*. Available online at <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification>. Accessed on, 20.01.2020.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ., & Şengör, A. M. C. (1984). Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. *Geological Society*, 17, 467-482.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature) (2019). IUCN Red List of threatened species. Version 12. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org>.
- İlhan, A., & Balık, S. (2008). Batı Karadeniz Bölgesi içsularının balık faunası. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(1), 75-82.
- Keten, A. (2009). *Düzce-Efendi Gölü vertebrata (omurgalı) faunası üzerine araştırmalar*. İstanbul University Graduate School of Natural and Applied Sciences, PhD Thesis, İstanbul.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat Publication, xiv+646 p., Switzerland.
- Kuru, M., Yerli, S.V., Mangıt, F., Ünlü, E., & Alp, A. (2014). Fish biodiversity in inland waters of Turkey. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 1(3), 93-120.
- Stout, C. C., Tan, M., Lemmon, A. R., Lemmon, E. M., & Armbruster, J. W. (2016). Resolving Cypriniformes relationships using an anchored enrichment approach. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 244.
- Tatar, Y. 2003. *Düzce İli gelişme planı, çevre ve mekansal gelişme sektör raporu*. 126 p., Düzce.
- Turan, D., Kaya, C., Baycelebi, E., Aksu, İ., & Bektaş, Y. (2017). *Gobio baliki*, a new gudgeon from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4350 (2), 284-290.
- Turan, D., Kaya, C., Geiger, M.F., & Freyhof, J. (2018). *Barbus anatolicus*, a new barbel from the Kızılırmak and Yeşilirmak River drainages in northern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae)". *Zootaxa*, 4461, 539-557.
- Turan, D., Kaya, C., Aksu, I., Baycelebi, E., & Bektaş, Y. (2019). *Alburnoides coskuncelebii*, a new sprilin species from the Stream Büyük Melen in southwestern Anatolia (Pisces: Leuciscidae). *Ichthyological Explorer of Freshwater*, 1107, 1-10.
- Van der Laan, R. (2017). *Freshwater fish list*. 23rd edition, ISSN: 2468-9157, Almere, The Netherlands, 997 pp.
- Yoğurtcuoğlu, B., & Freyhof, J. (2018). *Aphanius irregularis*, a new killifish from south-western Anatolia (Cyprinodontiformes: Aphaniidae). *Zootaxa*, 4410(2), 319-330.

Türk Boğazlar Sistemi'nde Mesozooplankton Biyokütlesinin İlkbahar ve Sonbahar Mevsimlerindeki Alansal ve Vertikal Dağılımı

Tuba TERBİYİK KURT^{1*}, Sevim POLAT¹, Zahit UYSAL², Yeşim AK ÖREK²

¹Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli-Mersin, Türkiye

*Sorumlu yazar: tubaterbiyik@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 25 Eylül 2019; Kabul 23 Aralık 2019; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntılama: Terbiyik Kurt, T., Polat, S., Uysal, Z., & Ak Örek, Y. (2020). Türk Boğazlar Sistemi'nde mesozooplankton biyokütlesinin ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki alansal ve vertikal dağılımı. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 189-201. <https://doi.org/10.22392/actaauatr.623804>

Özet

Zooplanktonik organizmalar pelajik besin ağının şekillenmesinde ve biyokimyasal döngülerin gerçekleşmesinde anahtar rol oynamaktadır. Zooplankton biyokütlesi ve dağılımı hakkında bilgi sahibi olmak, bu canlıların ekosistemdeki organik madde ve enerji akışına katkılarını tahmin etmek için önem arz etmektedir. 2008 yılının Nisan ve Ekim aylarında Türk Boğazlar Sistemi (TBS)'nde tek hat boyunca belirlenen istasyonlardan WP-2 plankton kepçesi (ağ göz açıklığı 200µm) ile zooplankton örnekleri toplanmıştır. Bu örneklerden ölçülen biyokütle değerlerinin epipelajik bölgedeki alansal ve dikey dağılımı belirlenerek bölgedeki bu konuyla ilgili bilgi eksikliği giderilmeye çalışılmıştır.

TBS'de ortalama mesozooplankton mevcut stoğu alansal ve dikey olarak farklılık göstermiştir. Mesozooplankton biyokütlesi genel itibarıyla ilkbaharda yüzey karışım tabakasında yoğunlaşmış, derinlik ile birlikte azalmıştır. Sonbahar periyodunda ise geçiş tabakası ortalama mesozooplankton biyokütle değerleri bakımından daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, boğazlarda yüksek olan bu değerler, Marmara Denizi'nin iç bölgelerinde özellikle kuzey batısında oldukça düşmüştür. Bölgedeki biyokütle dağılımında istasyon derinliği, derinlik tabakaları ve oksijen miktarı etkili olmakla birlikte, örnekleme periyodu boyunca gerçekleştiği bildirilen musilaj olayının sıcaklık ve tuzluluk gibi çevresel parametrelerin etkisini büyük ölçüde maskeleyiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: TBS, mesozooplankton, mevcut stok, biyokütle, kuru ağırlık

Spatial and Vertical Distribution of Mesozooplankton Biomass in the Turkish Straits System in Spring and Autumn Seasons

Abstract

Zooplanktonic organisms play a key role in shaping the pelagic food web and the realization of biochemical cycles. It is important to know zooplankton biomass and its distribution in predicting their contributions to the organic matter and energy flow in the ecosystem. In this context, zooplankton samples were collected in April and October 2008 with WP-2 plankton net (200µm) at the stations identified along a transect in the Turkish Straits System (TSS). The spatial and vertical distribution of the biomass values from these samples was determined in the epipelagic region and the lack of information about this issue in the region was tried to be eliminated.

The mean standing stock of mesozooplankton in TSS differed spatially and vertically. Mesozooplankton biomass was generally concentrated in the surface mixed layer in spring and decreased with depth. In the autumn, the transition layer was found to be higher in terms of mean mesozooplankton biomass values. These values, which are generally higher in the straits, decreased considerably in the inner regions of the Marmara Sea, especially in the northwest. Although the station depth, depth layers, and the amount of dissolved oxygen affected the biomass distribution in the region, it is thought that the mucilage event reported during the sampling period largely masked the effect of other environmental parameters such as temperature and salinity.

Keywords: TBS, mesozooplankton, standing stock, biomass, dry weight

GİRİŞ

Denizel ekosistem içinde zooplanktonik organizmalar pelajik besin ağının en önemli trofik elemanlarından biri olup (Skjoldal vd., 2000), av, avcı yada rekabetçi olarak farklı görevler üstlenmektedir. Bu canlılar, tek hücreli bitkisel organizmalar ile başta balık olmak üzere karnivor

organizmalar arasında madde ve enerji akışının sağlanmasında ikincil üretim seviyesinde kilit rol oynamaktadır (Lenz, 2000). Zooplanktonik canlılar, bazı pelajik balıkların ergin safhasında besin kaynağı olduğu gibi erken larval dönemde de en temel besin kaynağını teşkil etmektedir. Balıkların ilk beslenme sürecinde ortamdaki zooplankton popülasyonlarındaki değişimler, balıkların üreme ve gelişme döngülerini, hayatta kalma oranlarını, stoğa katılım oranını ve dolayısıyla stok miktarını etkileyen en önemli faktör olarak görülmektedir (Cushing vd., 1990; Lenz, 2000). Bu bağlamda sucul ortamda balıkların verimliliğinin tahmininde, birincil üretimin yanı sıra, ikincil üretimi oluşturan zooplanktonun miktarı ve çeşitliliğinin de göz önünde bulundurulması önem teşkil etmektedir. Zooplankton biyokütlesi balık popülasyonlarının tahminin yanısıra denizel ekosistemdeki iklimsel değişimlerin de etkisinin çalışılması için yararlı parametrelerden biri olarak görülmektedir (Dvoretsky ve Dvoretsky, 2013). Ayrıca, yoğun kütleleri, nispeten kısa yaşam süreleri, sürüklenme doğası, yüksek grup/tür zenginliği ve çeşitli streslere farklı toleransları bu organizmaların sucul ekosistemde fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler için indikatör organizmalar olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Gajbhiye, 2002).

Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ve Çanakale Boğazı'yla birlikte Türk Boğazlar Sistemi (TBS) olarak adlandırılmakta, eşsiz hidrografik yapısı ve farklı antropojenik baskılara yoğun olarak maruz kalmasından kaynaklı olarak ekosistem fonksiyonunu anlamaya yönelik çalışmalar için adeta bir laboratuvar niteliği taşımaktadır. Son yıllarda Marmara Denizi ekosisteminde trajik değişimler yaşanmıştır. Karadeniz'den gelen yüzey sularının yanı sıra çeşitli antropojenik ve nehir deşarjlarına bağlı organik madde yükündeki artış, Marmara Denizi yüzey sularında ötrofikasyona yol açmaktadır. Bu olgu özellikle sığ olan ve su sirkülasyonlarının az olduğu körfezleri çok daha fazla etkilemiş olup, bazı bölgelerde ötrofikasyondan kaynaklı ara ve alt tabakalarda oksijensiz koşulların oluşmasına neden olmaktadır (ÇBS-TÜBİTAK MAM, 2017). Bununla birlikte, yıllardır maruz kaldığı antropojenik etkilerin üstüne, Trachymedusa grubundan *Lirroppe tetraphylla*'nın ekosisteme girişi ve başarılı bir şekilde bolluğunu arttırarak yerleşmesi sonucunda Marmara Denizi ekosistemi olumsuz etkilenmiştir. Bu türün aşırı çoğalmasını takiben toplu ölümleri gerçekleşmiş ve ardından başta *Gonyaulax fragilis* isimli dinoflagellat türü olmak üzere çeşitli fitoplanktonik türlerin yol açtığı musilaj olayıyla ise adeta sistem çöküntüye uğramıştır. Bu ekosistem içindeki dalgalanmalar sonucu başta ticari öneme sahip pelajik balıklar olmak üzere çoğu canlı olumsuz etkilenmiştir (Yılmaz, 2015; İşinibilir Okyar vd., 2015; Gül ve Demirel, 2016).

Marmara Denizi'nde zooplankton ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle İzmit Körfezi (Tarkan vd., 2000b; İşinibilir ve Tarkan, 2007; İşinibilir Okyar vd., 2015) Erdek Körfezi (İşinibilir, 2010; Toklu-Alıçlı vd., 2014), Bandırma Körfezi (İşinibilir, 2010), Çanakale Boğazı (Büyükateş ve İnanmaz, 2010) ile İstanbul Boğazı ve civarı (Öğdül ve Ergüven, 1992; Yüksek vd., 2001; Tarkan vd., 2005; Dorak ve Temel, 2015; İşinibilir Okyar vd., 2015; Yılmaz, 2015; Dorak ve Albay, 2016) gibi nispeten lokal alanlarda yoğunlaşmıştır. TBS etrafında yerleşim alanının fazla olması, farklı bölgelerde farklı karasal girdilere maruz kalması, iki farklı hidrografik özelliğe sahip denizlerle bağlantısı olan bir bölge olması, lokal çalışmaların sonuçlarının da ancak lokal ölçekte değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Marmara Denizi'nin basen geneli bölgesel değişimleri hakkında bilgi içeren çalışma sayısı ise nispeten azdır (Tarkan ve Ergüven, 1988; Cebeci ve Tarkan, 1990; Ünal vd., 2000; Tarkan vd., 2000a; Benli vd., 2001; İşinibilir ve Tarkan, 2004; Yılmaz, 2008; Zervoudaki vd., 2011). Bahsi geçen çalışmalarda zooplanktonun tür kompozisyonu, dağılımı ve bolluğu ile ilgili veriler yer almakta ve ekosistem ile ilgili etkileşimlerinden söz edilmektedir.

Zooplanktonun miktarsal durumunun tam olarak ortaya konulması ve mevcut çalışmaların aynı zamanda biyokütle değerlerinin ölçülerek desteklenmesi madde akışı ve ekosistem fonksiyonunu daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır (Skjoldal vd., 2000). Günümüzde zooplankton biyokütle hesaplamasında bir çok farklı yöntem uygulanmaktadır. Kuru ağırlık olarak zooplankton mevcut stok ölçümü ise 1960'lı yıllardan bu yana yaygın olarak kullanılmakta olup (Postel vd., 2000), Akdeniz genelinde de çoğu araştırmacı tarafından tercih edilen bir metottur (Ramfos vd., 2005; Isari vd., 2006; Zenginler Yılmaz ve Beşiktepe, 2010; Terbiyik Kurt ve Polat, 2013; Mazzocchi vd., 2014; Hannides vd., 2015; Terbiyik Kurt ve Polat, 2015). TBS'de ise zooplankton biyokütlesi ile ilgili az sayıda bilgi bulunmaktadır ve bu bilgileri içeren çalışmaların çoğu ya lokal olarak gerçekleştirilmiş (Cebeci ve Tarkan, 1990; Öğdül ve Ergüven, 1992; İşinibilir vd., 2008; İşinibilir, 2010) ya da sadece belli

grupların biyokütlesi hakkında bilgileri içermektedir (Ünal vd., 2000; Zervoudaki vd., 2011). Bu çalışma kapsamında Türk Boğazlar Sistemi'nde mesozooplankton mevcut stoğunun miktersal durumu ile alansal ve dikey dağılımı belirlenmiş olup, bölgede pelajik ekosistemdeki ekolojik süreçleri anlamamıza yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışma ile birlikte Marmara Denizi'nde bütünsel olarak zooplankton biyokütle miktarının dağılımının mevcut durumu hakkında bilgi eksikliğini giderilmesinin yanısıra, literatür katkısında bulunulması bu iç denizin bağlantılı olduğu Karadeniz ve Akdeniz'in çeşitli bölgeleriyle de karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlanması hedeflenmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanının tanımı

Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğaz'larıyla civar denizlere bağlanan yarı kapalı bir iç denizdir. Yaklaşık 70x250 km boyutlarında olan bu deniz, 11,500 km² yüzey alanına sahiptir. Maksimum derinliği ise 1390 m civarındadır (Gerin vd., 2013). Ortalama derinliği 35 m civarında olan İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, ortalama derinliği 55 m olan Çanakkale Boğazı ile de Ege Denizi'ne bağlanmaktadır (Oğuz ve Tuğrul, 1998). Çanakkale ve İstanbul Boğaz'ları Marmara Denizi'nin hidrografisini büyük ölçüde etkilemekte, Doğu Akdeniz ile Karadeniz arasında su alışverişine olanak sağlamaktadır. Karadeniz'den gelen tuzluluğu düşük (~‰18) yüzey suları ile tuzluluğu yüksek olan Akdeniz'den gelen (~‰38.5) alt tabaka suları belirgin bir yoğunluk ara yüzeyi ile ayrılmakta, Marmara Denizi'nde ve boğazlarda iki tabakalı bir su kolonu yapısının oluşmasına neden olmaktadır (Beşiktepe vd., 1994). Kışın yüzey tabakasındaki sıcaklık 4-5 °C'ye kadar düşmekte, ilkbahar ve yaz aylarında ise ısınmanın etkisiyle 25 °C'ye kadar yükselmektedir (Oğuz ve Tuğrul, 1998). Yüzey tabakası tuzluluğu TBS boyunca süregelen karışımlar nedeniyle büyük değişimler göstermektedir. TBS içinde alt tabaka sularında sıcaklıktaki mevsimsel değişimler en çok Çanakkale Boğazı içinde gerçekleşmektedir. En düşük sıcaklık 13,0 °C ile Mart ayında, en yüksek 16,5 °C ile Temmuz-Ağustos aylarında gözlenmektedir. Tuzluluk ise ‰38,5-38,7 arasında değişmektedir. Marmara Denizi'nde daha stabil olan alt tabaka sularının tuzluluğu ‰38,52±0,03 ve sıcaklığı ise 14,48±0,04 °C'dir. Tuzluluk ve sıcaklık değişimleri İstanbul Boğazı'nda ise ‰35-37,5 ile 12,5-14,5 °C aralığında dalgalanmaktadır (Oğuz ve Tuğrul, 1998).

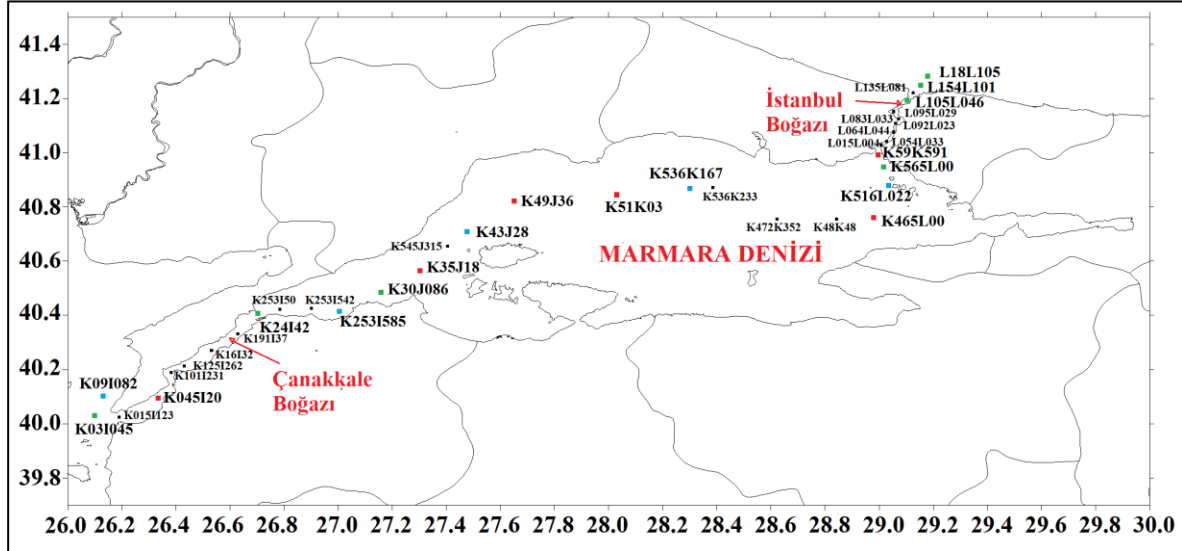
Örnekleme çalışmaları

Araştırma, Türk Boğazlar Sistemi'nde biri 11-14 Nisan 2008 ve diğeri 01-04 Ekim 2008 tarihleri arasında olmak üzere iki deniz seferi gerçekleştirilerek yürütülmüştür. Zooplankton örnekleme toplam 18 istasyonda gerçekleştirilmiş olup, bu istasyonlardan ilkbahar mevsiminde 13'ünde, sonbahar mevsiminde 11'inde örnekleme yapılmıştır (Şekil 1). Örnekler açma kapama düzeneği ile donatılmış, 200 µm ağ göz açıklığına sahip WP-2 zooplankton kepçesi ile su kolonunda farklı tabakalardan alınmıştır. Bu tabakalar, su kolonunun tuzluluk ve oksijen miktarındaki değişim göz önüne alınarak, Karadeniz suyu, Akdeniz suyu ve karışım tabakasını karakterize edecek şekilde belirlenmiştir. Örnekler alındıktan hemen sonra %4'lük deniz suyu formaldehit çözeltisi ile fikse edilmiştir. Seferler esnasında çevresel değişkenlerden sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, çözülmüş oksijen (ÇO) değerleri SeaBird SBE-9 CTD ve Seacat Plus V 1.6b ile ölçülmüştür.

Örneklerde aşırı müsilaaj ve fitoplankton gözlemlendiğinden, sefer sırasında biyokütle ölçümleri yapılamamıştır. Bu yüzden, laboratuvar ortamında formaldehit ile fiks edilmiş örneklerden önce alt örnek alınmış, daha sonra bu örneklerden fitoplanktonik organizmalar ve organik madde stereomikroskop altında ayıklandıktan sonra biyokütle ölçümleri için kullanılmıştır. Omori (1978) formaldehit ile fikse edilmiş örneklerin biyokütlelerinde kaybı %30 olarak hesaplamış olup, bu oran dikkate alınarak biyokütle değerlerinde düzeltme yapılmıştır (Hannides vd., 2015). İstasyonlarda örnekleme sırasında her bir tabaka için yapılan çekimler sonucunda süzülen su hacmi göz önüne alınarak biyokütle ölçümleri kuru ağırlıkta mg/m³ olarak verilmiştir. Mesozooplankton biyokütle örnekleri, önceden 0,0001 hassasiyetli terazi ile ağırlığı belirlenmiş olan Whatmann GF/C filtrelerden süzülmüştür. Süzme işlemi tamamlanan filtreler steril petrikaplarının içine koyularak, incelemeye tabi tutulana kadar -18 ila -20 °C'de saklanmıştır (Postel vd., 2000). Ölçümden önce dondurucuda bekletilen filtreler etüv'de 60 °C'de 24 saat bekletilmiş, daha sonra vakum desikatörün içine konularak bir saat soğumaya bırakılmıştır. Bu örneklerin ağırlıkları yine aynı hassasiyete sahip terazi yardımıyla

ölçülmüş, sonuç olarak filtrelerin son ağırlıklarından ilk ölçülen ağırlıkları çıkartılarak biyokütle değeri hesaplanmıştır.

Mesozooplankton biyokütle değerlerinin istasyonlar ve örnekleme tabakaları arasındaki farkı tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile sınanmıştır. Analiz öncesi bu verilere karekök transformasyonu uygulanarak normal dağılıma yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Mesozooplankton biyokütle değerlerinin çevresel koşullar ile ilişkisini belirlemek için Spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu testler IBM SPSS 22 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Örnekleme alanı ve istasyonları (■, Sadece CTD ölçümü alınan istasyonları; ■ sadece ilkbahar mevsiminde zooplankton örnekleme yapılan istasyonları; ■ sadece sonbahar mevsiminde zooplankton örnekleme yapılan istasyonları; ■ mesozooplankton örneklerinin her iki örnekleme döneminde de alındığı istasyonları temsil etmektedir).

Tablo 1. İlkbahar ve sonbahar 2008 periyotları itibarıyla zooplankton örnekleme bilgileri

İstasyon	Tarih	Saat	Çekim Aralıkları	İstasyon	Tarih	Saat	Çekim Aralıkları
K045I20	11.04.2008	18:00	0-15 m	K091082	01.10.2008	09:27	0-21 m
K045I20	11.04.2008	18:00	15-50 m	K091082	01.10.2008	09:20	20-67 m
K24I42	11.04.2008	22:30	15-0 m	K045I20	01.10.2008	16:54	0-13 m
K24I42	11.04.2008	22:30	15-30 m	K045I20	01.10.2008	17:03	12-55 m
K30J18	12.04.2008	02:00	0-20 m	K253I585	02.10.2008	09:00	0-10 m
K30J18	12.04.2008	02:00	20-60 m	K253I585	02.10.2008	08:50	10-20 m
K35J18	12.04.2008	11:30	0-20 m	K253I585	02.10.2008	08:30	21-69 m
K35J18	12.04.2008	11:30	20-50 m	K35J18	02.10.2008	16:20	0-20 m
K35J18	12.04.2008	11:30	50-70 m	K465L00	03.10.2008	23:20	0-20m
K49J36	12.04.2008	18:30	20-0 m	K465L00	03.10.2008	23:58	23-223 m
K49J36	12.04.2008	18:30	20-200 m	K516L022	04.10.2008	08:50	0-15 m
K51K03	13.04.2008	09:00	0-23 m	K516L022	04.10.2008	09:00	27-83 m
K51K03	13.04.2008	09:00	23-79 m	K516L022	04.10.2008	09:10	16-27 m
K51K03	13.04.2008	09:00	79-210 m	K59K591	04.10.2008	14:45	0-25 m
K465L00	14.04.2008	09:30	0-15 m	K35J18	02.10.2008	16:08	20-80 m
K465L00	14.04.2008	10:20	15-34 m	K43J28	02.10.2008	18:14	0-20 m
K465L00	14.04.2008	09:45	34-200 m	K43J28	02.10.2008	18:25	20-50 m
K565L00	14.04.2008	03:00	0-30 m	K49J36	02.10.2008	20:15	0-20 m
K59K591	14.04.2008	16:00	0-25 m	K49J36	02.10.2008	20:42	45-200 m
105L096	14.04.2008	08:00	0-20 m	K49J36	02.10.2008	21:13	21-46.5 m
105L096	14.04.2008	08:00	20-50 m	K51K03	03.10.2008	09:10	0-20 m
K03I045	11.04.2008	13:30	0-10 m	K51K03	03.10.2008	09:40	63-206 m
K03I045	11.04.2008	13:30	10-30 m	K51K03	03.10.2008	09:50	20-60 m
K03I045	11.04.2008	13:30	34-56 m	K536K167	03.10.2008	16:30	0-20 m
K03I045	11.04.2008	13:30	58-75 m	K536K167	03.10.2008	17:10	22-109 m
				K536K167	03.10.2008	16:50	109- 218 m

BULGULAR

Hidrografik yapı

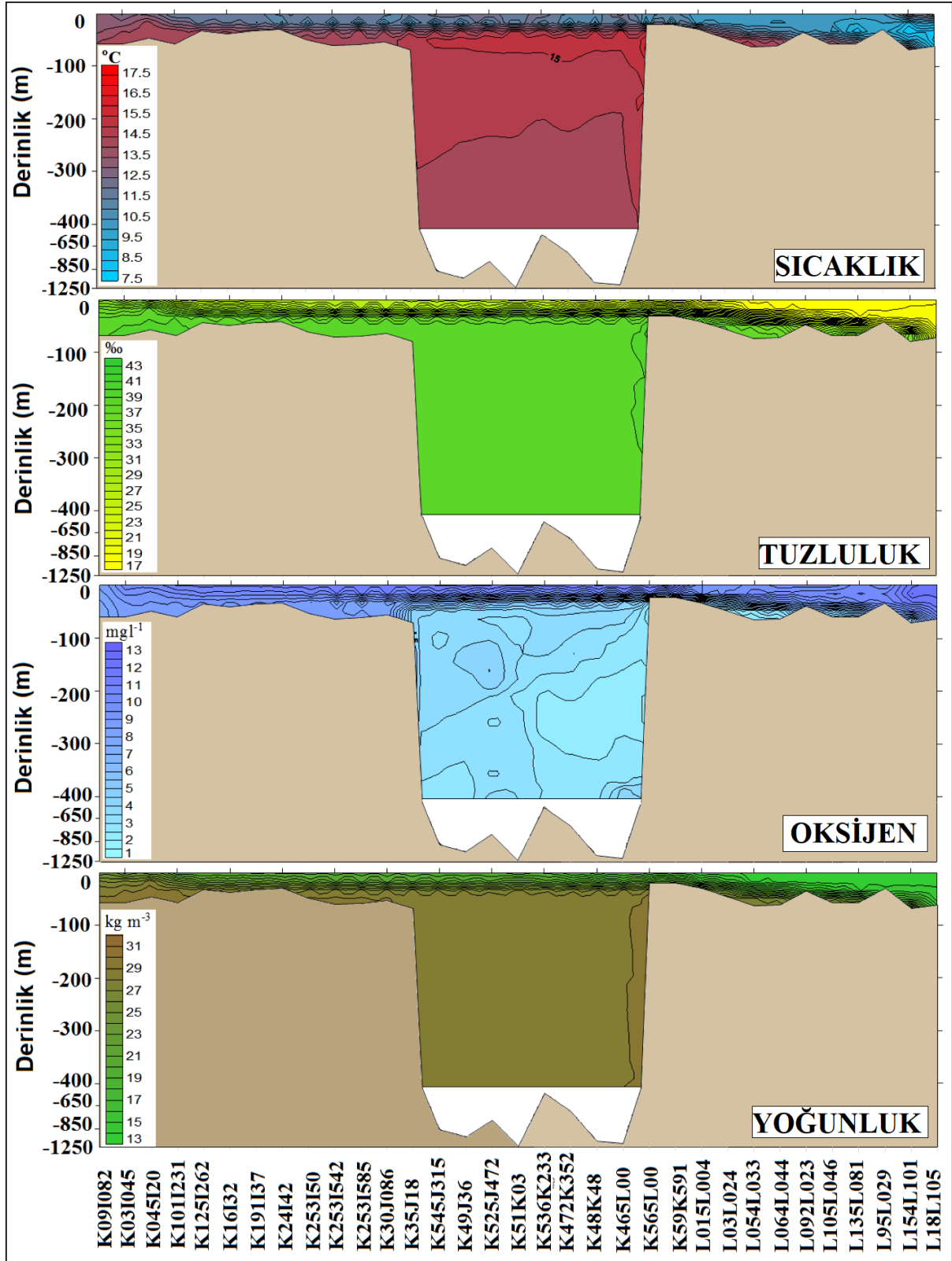
TBS'de iki örnekleme periyodunda da Çanakkale Boğazı vasıtasıyla Marmara Denizi'ne dip akıntısı olarak giriş yapan Akdeniz suyu, Marmara Denizi'ne doğru yüzey akıntısı olarak gelen Karadeniz suyundan belirgin bir şekilde ayrılmakta ve bu bölgede su kolonu iki tabakalı yapı sergilemektedir (Şekil 2 ve 3).

İlkbahar mevsimi itibariyle yüzey karışım tabakasında ortalama sıcaklık değeri 11,6 °C olup, TBS boyunca en düşük değer 10,4 °C, en yüksek değer 13,5 °C olarak ölçülmüştür. Yüzey karışım tabakasında sıcaklığın Çanakkale Boğazı'ndan İstanbul Boğazı'na doğru kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir. İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışında konumlanan L18L105 ve L105L046 kodlu istasyonlarda sıcaklık yüzeyden itibaren kademeli olarak azalırken, Çanakkale Boğazı'nda ve çıkışında konumlanan istasyonlarda sıcaklık derinlikle birlikte artmıştır (Şekil 2). Yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri ‰17,6 ila ‰34,5 arasında değişmiş olup, ortalama ‰24,8 civarındadır. En düşük tuzluluk değerleri İstanbul Boğazı'nın hemen çıkışındaki istasyonlarda gözlenmiş olup, Çanakkale Boğazı'na doğru tuzluluk kademeli olarak artmıştır (Şekil 2). Yüzey karışım tabakasında ortalama oksijen miktarı 11,06 mg/l olup, 9,9 mg/l ile 12,09 mg/l arasında dalgalanmaktadır. Karadeniz ile İstanbul Boğazı'nın birleştiği alanda oksijen seviyesi diğer alanlara oranla yüksek bulunmuştur. İstanbul Boğazı boyunca oksijen değerleri düşmüş olup, Marmara Denizi yüzey suyu boyunca tekrar artış gözlenmiştir. Oksijen seviyesi yaklaşık 20m civarında keskin bir şekilde düşerek derinlikle birlikte azalmıştır.

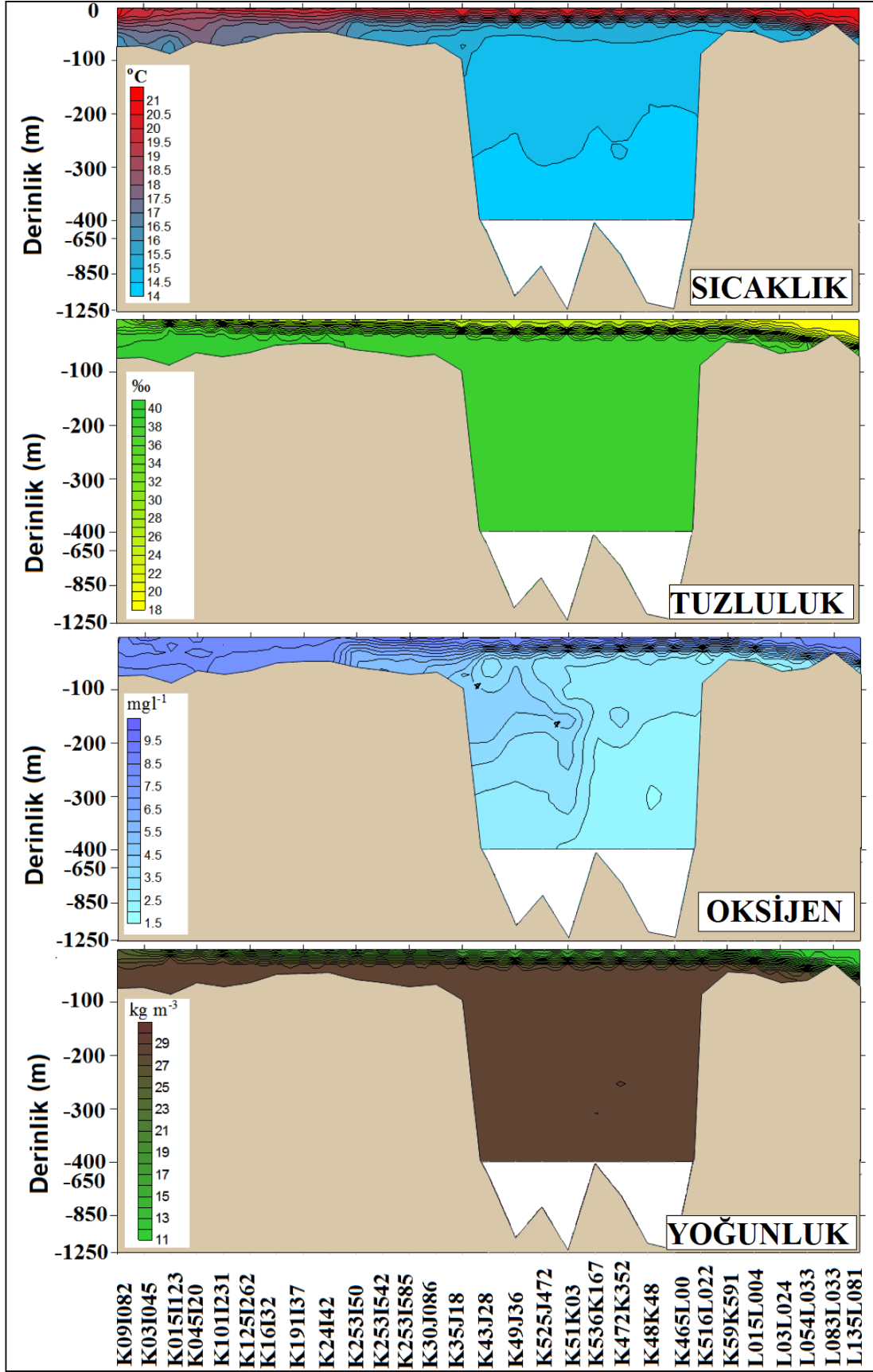
Sonbahar mevsimi itibariyle yüzey karışım tabakasında ortalama sıcaklık değeri 19,86±0,6 °C olup, 18,48 °C ile 20,75 °C arasında değişmiştir. Örnekleme istasyonları arasında en yüksek sıcaklık İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışındaki istasyonlarda, en düşük sıcaklık ise Çanakkale Boğazı'nın girişine yakın konumlanan istasyonlarda gözlenmiştir. Derinlikle birlikte su sıcaklığı düşmüş, yaklaşık 20 m civarında keskin bir ara yüzey ile alt tabakadaki soğuk suların ayrılmıştır (Şekil 3). TBS'nde yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri ‰23,92 ila ‰35,82 arasında değişmiş olup, ortalama ‰27,18±3,78'dir. Ege Denizi'nde Çanakkale Boğazı'nın girişine yakın olan istasyonda en yüksek tuzluluk değerleri gözlenmiştir. Bu değerler Marmara Denizi'nden Karadeniz'e doğru gidildikçe kademeli olarak düşmüştür. Yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri dip tabakasına göre oldukça düşük olup, hemen altındaki tuzluluğu yüksek suların haloklin tabakasıyla ayrılmıştır (Şekil 3). TBS yüzey karışım tabakasında ortalama oksijen miktarı 8,17±0,61 mg/l olup, 6,61 mg/l ile 8,82 mg/l arasında dalgalanmıştır. Marmara Denizi'nin Çanakkale Boğazı girişine yakın olan batısında ve İstanbul Boğazı'nın girişindeki alanlarda değerler oransal olarak daha yüksektir. Derinlikle birlikte azalan oksijen değerleri özellikle 20 m civarında keskin bir şekilde düşmüştür (Şekil 3).

Mesozooplankton Biyokütlesi

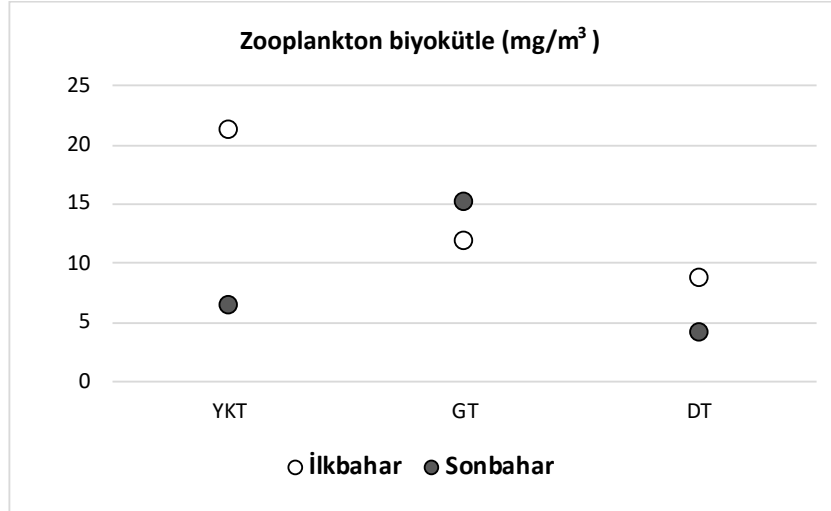
Basen geneli ortalama mesozooplankton biyokütlesi ilkbahar mevsiminde yüzey tabakasında en yüksek olup (21,2 mg/m³), derinlikle birlikte belirgin bir şekilde düşmüştür (Şekil 4). Buna karşın ANOVA'ya göre mesozooplankton biyokütlesinin dikey dağılımında örnekleme derinlikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamışken, istasyonlar arası farkın önemli olduğu gözlenmiştir (p<0,01). Sonbahar mevsiminde ise geçiş tabakası en yüksek ortalama zooplankton biyokütlesinin gözlendiği derinliktir (15,2 mg/m³). Yüzey karışım tabakası ile dip tabaka arasında ortalama değerler bakımından fark olmakla birlikte (Şekil 4), ANOVA'ya göre mesozooplankton biyokütlesinin dikey dağılımında örnekleme derinlikleri ve istasyonlar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (p>0,05).



Şekil 2. TBS’nde ilkbahar mevsiminde sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve yoğunluk değerlerinin su kolonundaki değişimi



Şekil 3. TBS’nde sonbahar mevsimi sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve yoğunluk değerlerinin su kolonundaki değişimi



Şekil 4. Mesozooplankton ortalama biyokütlesinin örnekleme periyodundaki ve derinliklerindeki dağılımı (YKT: Yüzeysel karışım tabakası, GT: geçiş tabakası, DT: Derin tabaka)

İlkbahar mevsimi itibariyle örnekleme alanında mesozooplankton biyokütlesi alansal ve dikey dağılım olarak belirgin farklılıklar göstermiştir. Yüzeysel karışım tabakasında (YKT) en yüksek biyokütle değeri İzmit Körfezi ağzının açığındaki bölgede (K465L00) gözlenmiş olup (97 mg/m^3), en düşük biyokütle $0,2 \text{ mg/m}^3$ ise Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi'ne bağlandığı bölgenin açıklarında (K49J36 ve K30J18) ölçülmüştür (Şekil 5). YKT'nda İstanbul Boğazı ve İzmit Körfezi açıkları ve Marmara Denizi'nin orta hattında bulunan istasyonda mesozooplankton biyokütlesi belirgin bir artış göstermiştir. Marmara Denizi'nin batısında ani düşüş gösteren biyokütle değerleri Çanakkale Boğazı girişinde tekrar artmıştır (Şekil 5). Geçiş tabakaları (GT) ile derin tabakalarda (DT) ve boğazlarda daha yüksek mesozooplankton biyokütle değerleri ölçülmüş olup, oşeanik alanların derin bölgelerinde mesozooplankton biyokütlesi göreceli olarak düşüktür (Şekil 5).

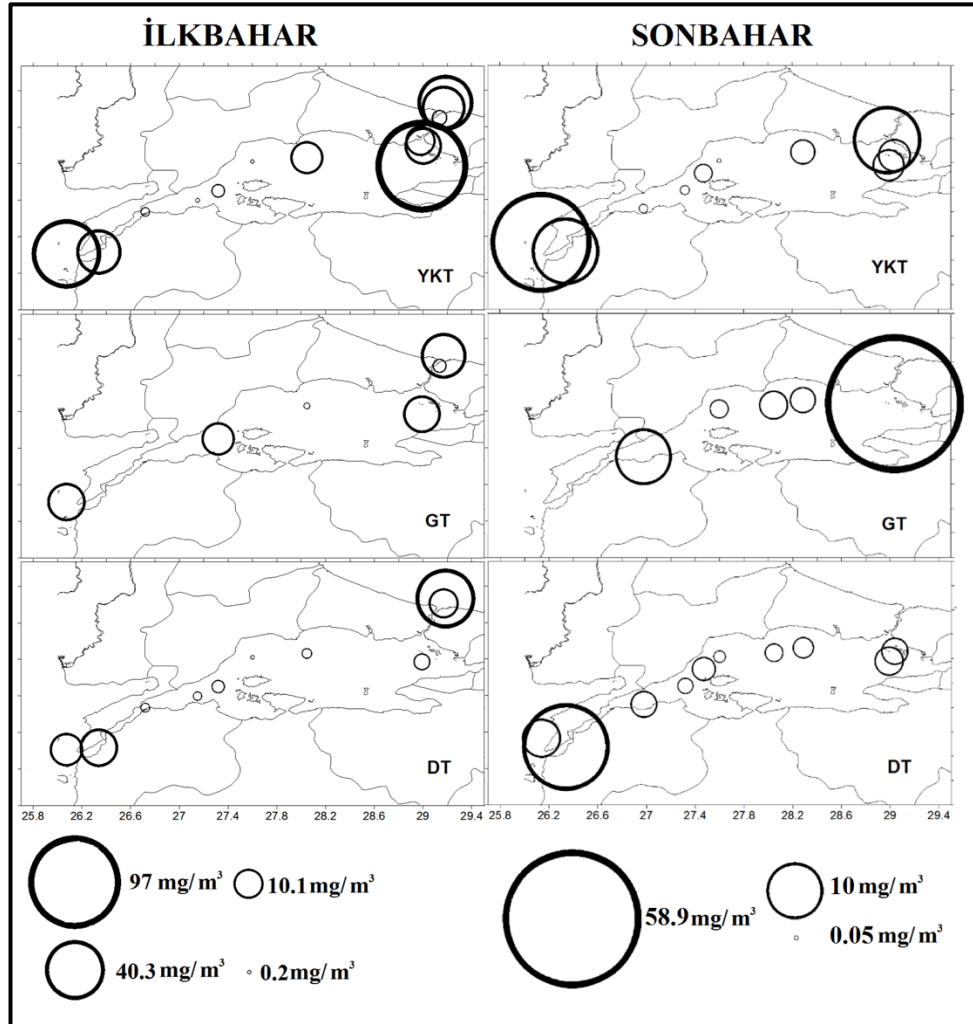
Sonbahar mevsimi itibariyle mesozooplankton biyokütlesi alansal olarak belirgin farklılık göstermiştir. YKT'sında en düşük biyokütle değeri Marmara Denizi'nin Kuzey batısında gözlenirken, (K49J36, $0,05 \text{ mg/m}^3$), en yüksek biyokütle değeri K09I82 kodlu Çanakkale Boğazı yakınlarında Ege Denizi'nde konumlanan istasyonda gözlenmiştir ($31,64 \text{ mg/m}^3$). Çalışma bölgesinin neritik ve oşeanik alanları bolluk bakımından belirgin bir şekilde ayırt edilmektedir. Sığ olan boğaz kesimlerinde zooplankton biyokütlesi yüksek iken, derinliğin fazla olduğu Marmara Denizi'nin orta kesimlerinde bu değerler belirgin bir şekilde düşmüştür. YKT'sında mesozooplankton biyokütlesi her iki boğazda da en yüksek değerlere ulaşmışken (Şekil 5), GT'nda Marmara Denizi'nin İstanbul Boğazı'na yakın alanında daha yüksek biyokütle miktarı gözlenmiştir. DT'da ise Çanakkale Boğazı çıkışında zooplankton biyokütlesinin belirgin bir şekilde diğer alanlara göre yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5).

Spearman korelasyon sonucunda sıcaklık, tuzluluk gibi çevresel değişkenlerden ziyade çözünmüş oksijen, çekim derinliği ve istasyon derinliklerinin mesozooplankton biyokütlesinin dağılımında etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma kapsamında, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğaz'larını içine alan Türk Boğazlar Sistemi'nde ve yakın alanlarında mesozooplankton mevcut biyokütle miktarının iki farklı periyottaki alansal ve dikey değişimi incelenmiştir. Çalışma alanında mesozooplankton mevcut biyokütle miktarı ilk kez kuru ağırlık olarak ölçülmüş olup, Akdeniz ve farklı denizlerle kıyaslanabilecek veriler elde edilmiştir. TBS'de yapılan çalışmalar daha çok tür bolluğu ve dağılımı üzerine yoğunlaşmakta (Tarkan ve Ergüven, 1988; Cebeci ve Tarkan, 1990; Ögdül ve Ergüven, 1992; Tarkan vd., 2000a; Tarkan vd., 2000b; Ünal vd., 2000; Benli vd., 2001; Yüksek vd., 2001; İşinibilir ve Tarkan, 2004; İşinibilir vd., 2008; Yılmaz, 2008; Büyükkateş ve İnanmaz, 2010; İşinibilir, 2010; Zervoudaki vd., 2011; Toklu-Alıçlı vd., 2014; Yılmaz, 2015), toplam zooplankton biyokütlesi ile ilgili

bilgi ise çok sınırlı kalmaktadır. İşinibilir vd., (2008) İzmit Körfezi'nde, İşinibilir (2010) Erdek ve Bandırma Körfezleri'nde biyokütle ölçümleri yapmıştır. Lokal olarak gerçekleştirilen bu çalışmalarda biyokütle verisinin eldesiyle ilgili metot, ölçüm tekniği ve verinin cinsi ile ilgili (kuru ya da yaş ağırlık) bilgi yer almamakla birlikte, yaş ağırlık olarak ölçüldüğü tahmin edilmektedir. Diğer çalışmalarda ise çöktürme yöntemiyle hacim belirlenerek biyokütle değerleri cc/m^3 cinsinden hesaplanmıştır (Cebeci ve Tarkan, 1990; Ögdül ve Ergüven, 1992).



Şekil 5. Mesozooplankton ortalama biyokütlesinin örnekleme periyodundaki ve derinliklerindeki dağılımı (Yüzey karışım tabakası (YKT), geçiş tabakası (GT) ve derin tabaka (DT))

Tablo 2. Mesozooplankton biyokütlesinin çevresel değişkenler ile ilişkili spearman korelasyon katsayı değerleri

Çevresel Değişken	Korelasyon kat sayısı
İstasyon derinliği	-,328(*)
Çekim derinliği	-,284(*)
Sıcaklık	-,254
Tuzluluk	-,144
Yoğunluk	-,181
Çözünmüş oksijen	,306(*)
Floresans	,185

*Korelasyon 0,05 seviyede önemlidir.

Biyokütle ölçümleri bir ortamdaki mevcut stoğun belirlenmesi için ana bileşendir. Bolluk miktarı bu konuda fikir vermesine karşın, ortamdaki besin zinciriyle aktarılacak olan madde ve enerjinin tahmininde biyokütle değerlerini bilmek daha faydalı olmaktadır. Champalbert (1996) zooplankton biyokütlesinin Akdeniz genelinde 2 ve 20 mg/m³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Marmara Denizi'nin Çanakkale Boğazı vasıtasıyla bağlandığı Ege Denizi'nde Saronikos Körfezi'nde ve kuzey doğu Ege Denizi'nde zooplankton biyokütle değerleri sırasıyla Mart ayında 11,9 mg/m³ ve 16,2 mg/m³, Eylül ayında 11,2 mg/m³ ve 4,3 mg/m³ olarak ölçülmüş olup, Ege Denizi'nde Kuzey Evoikos bölgesinde yazın 28,4 mg/m³'e kadar ulaşmıştır (Ramfos vd., 2005). İstanbul Boğazı'yla bağlandığı Karadeniz'de ise ortalama zooplankton biyokütlesi ilkbahar dönemi'nde 95 mg/m³'e, sonbahar periyodunda ise 68 mg/m³'ekadar ulaşmıştır (Kurt, 2016). Ortalama değerler bakımından TBS genel olarak değerlendirildiğinde mesozooplankton biyokütlesi yüksek olmasına karşın, sadece Marmara Denizi ele alındığında, bu bölgenin zooplankton biyokütle değerlerinin oldukça düşük olduğu dikkati çekmekte ve Akdeniz ile hemen hemen benzer değer aralıklarında dalgalanmaktadır. Boğazlarda ise karşılıklı su geçişi biyokimyasal döngüleri hızlandırmakta ve birincil üretim bakımından daha üretken olmasına neden olmaktadır (Uysal vd., 2010). Bu artışın da diğer trofik seviyelerdeki canlı biyokütlelerinin artışı desteklemesi kaçınılmaz olmaktadır. Fakat Akdeniz'e oranla birincil üretim düzeyi yüksek ve ötrofikasyonun belirgin olarak gözleendiği Marmara Denizi'nde zooplanktonun da biyokütlesinin daha fazla olması beklenmekle birlikte, Marmara'da gözlenen eş zamanlı müsilaç oluşumunun zooplanktonda düşüşlere neden olduğu muhtemeldir. Marmara Denizi yaklaşık son 10 yıldır hızlı bir değişimin içine girmiştir. 2005 yılının Eylül ayında ilk defa *L. tetraphylla* adlı medüz türü ekosisteme giriş yapmış, yayılımını ve bolluğunu giderek arttırarak Eylül 2007 yılında en yüksek bolluk değerine (mak. 2822 birey/m³) ulaşmıştır. Daha sonra birden azalarak 2008 yılında bölgeden yapılan örneklemelerde görülmemeye başlamıştır (Yılmaz, 2015). Bu tür, yoğun olduğu dönemde diğer makrojelatinli türler üzerinde de baskın olmuş, bolluğu en yaygın bulunan *Mnemiopsis leidyi* ve *Aurella aurita*'yı dahi aşmıştır (Beauchard vd., 2014). *L. tetraphylla*'nın aşırı arttığı dönem, balıkçılık faaliyetlerinin de yıl boyunca en yoğun olduğu döneme denk gelmektedir. Müsilaç oluşumu ise ilk kez Ekim 2007 yılında gözlenmeye başlamış olup, kilometrelerce genişlikte yüzey alanını kaplamıştır (Beauchard vd., 2014). 2017 yılının Ekim ayındaki müsilaç oluşumunu takiben *Gonyaulax fragilis* (Dinophyceae) türü basende ilk olarak yüksek miktarda gözlenerek müsilaç oluşumuna katkı sağlamıştır. *L. tetraphylla*'nın bu müsilaç oluşumlarından önce 2005-2006 yıllarında özellikle kuzey bölgelerde yüksek bolluk değerlere sahip olduğu bildirilmiştir (Kıdeyş vd., 2013). Mevcut çalışmada TBS'nin basen geneli ortalama biyokütle değerleri bakımından alansal heterojenlik de oldukça fazla olup, özellikle her iki mevsimde de çalışma alanının kuzeyinde yer alan istasyonların yüzey karışım tabakasında (Çanakkale Boğazı hariç) biyokütle değerleri oldukça düşüktür. Hatta basenin kuzey batısında değerler ilkbaharda yaklaşık 0,2 mg/m³, sonbaharda ise 0,05 mg/m³'e kadar düşmektedir. Bu mesozooplankton biyokütlesindeki belirgin azalmanın, *L. tetraphylla*'nın mesozooplankton üzerinden beslenerek yoğun bir şekilde tüketmesi, yine bu türün toplu ölümlerini takiben farklı canlılar vasıtasıyla müsilaç oluşumunun bizim örnekleme periyodumuz boyunca devam etmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zooplankton stoklarındaki benzer azalma eğilimi, mevcut araştırmayla aynı zaman diliminde Heybeli Ada civarından gerçekleştirilen çalışmada da bildirilmiştir (İşinibilir Okyar vd., 2015). Bu bölgede 2007 ve 2008 kış periyodundaki müsilaç kalıntılarının etkisiyle zooplankton bolluğu Nisan 2008'de 1363 birey/m³'ye düşmüştür. Ekim 2008'de ise Marmara Denizi'nin yüzey suyundaki yoğun müsilaç oluşumunu takiben keskin bir düşüş (109 birey/m³) yaşanmıştır (İşinibilir Okyar vd., 2015). *L. tetraphylla*'nın dağılım gösterdiği yıllarda zooplankton bolluğu Marmara Denizi'nde 37 ila 9220 birey/m³ arasında değişim göstermiş, İstanbul Boğazı civarı ile İzmit ve Gemlik Körfez'lerinde daha yüksek zooplankton bollukları gözlenmiştir (Yılmaz, 2008). Mevcut çalışmada da benzer olarak Marmara Denizi'nin doğusunda ve İstanbul Boğazı civarında biyokütle değerleri Marmara Denizi'ne göre daha yüksektir. Ancak, en yüksek mevcut stok, Yılmaz (2008)'in rapor ettiği en düşük zooplankton bolluğundan farklı olarak her iki örnekleme periyodunda da boğazların çıkışında ölçülmüştür. Çalışma alanındaki zooplankton bolluk değerleri zooplankton biyokütle değerleri ile benzer dağılım göstermektedir (Kurt, 2016). Eş zamanlı alınan fitoplankton örneklerinin dağılımı incelendiğinde bu bölgelerde fitoplanktonun oransal olarak daha yüksek olduğu görülmekte (Uysal vd., 2010) ve ortamdaki besin miktarının bu artışı tetiklediği düşünülmektedir. Çanakkale Boğazı tarafındaki aşırı artışın ilkbahar mevisiminde kopepodlardan *Centropages typicus*

kaynaklı olması bu bölgede Ege Denizi'nden gelen suların etkisini büyük ölçüde göstermektedir (Kurt, 2016). Benzer olarak, kladoserlerden *Pleopis polyphemoides*'in İstanbul Boğazı ve civarındaki aşırı artışı bu bölgenin ötrofik koşullarını karakterize etmekte ve Karadeniz sularının etkisini yansıtmaktadır (Kurt, 2016).

Sonuç olarak, TBS'de mesozooplankton biyokütlesinde alansal ve derinlikle birlikte belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıkların bölgesel olarak değiştiği ve ortam koşullarının bu heterojenliği sinerjik olarak etkilemiş olabileceği düşünülmüştür.

Teşekkür: Örneklemeler esnasında yardımcı olan ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü akademik, teknik personel, R/V Bilim 2 gemi kaptanı ve mürettebatına teşekkür ederiz. Bu çalışma, SESAME projesi kapsamında (kontrat no: 036949) Avrupa Birliği 6. Çerçeve programı ve doktora tez projesi olarak Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (SÜF2010D1) birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Beauchard, O., Berg, T., Bizsel, K.C., Bizsel, N., Borja, Á., Bucas, M., Carugati, L., Churilova, T., Cochrane, S., Danovaro, R., Franco, J., Fühaupter, K., Kaboglu, G., Katsanevakis, S., Kryvenko, O., Little, S., Mazik, K., Moncheva, S., Pantazi, M., Papadopoulou, N., Patrício, J., Piroddi, C., Queirós, A.M., Ramsvatn, S., Smith, C., Solaun, O., Stefanova, K., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyarra, M. C., & Zaiko, A. (2014). Ecosystem overview of the european regional seas. A n n e x 3 wp 1 deliverable 1.4, p. 63.
- Benli, H.A., Tarkan, A.N., & Sever, T.M. (2001). Comparison of mesozooplankton composition the southwestern Black Sea, Sea of Marmara and eastern Aegean Sea. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 7, 163-179.
- Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif M.A., Oğuz, T., & Ünlüata, Ü. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34, 285-334.
- Büyükkateş, Y., İnanmaz, Ö.E. (2010). The Annual mesozooplankton dynamics and influence of environmental parameters in an urbanized harbor (Kepez Harbor-Dardanelles Strait, Turkey). *Ekoloji Dergisi*, 19(74), 60-68.
- Cebeci, M., & Tarkan, A.N. (1990). Marmara Denizi'nde zooplankton organizmalarının dağılımı. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 4(1), 59-72.
- Champalbert, G. (1996). Characteristics of zooplankton standing stock and communities in the Western Mediterranean Sea: Relations to hydrology. *Scientia Marina*, 60, 97-113.
- ÇŞB- TÜBİTAK MAM (2017). Denizlerde bütünsel kirlilik izleme işi 2014-2016 Ege Denizi özet raporu. 978-605-5294-69-4, 71 s.
- Cushing, D.H., Blaxter, J.H.S., & Southward, A.J. (1990). Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Advances in Marine Biology*, 26, 249-293.
- Dorak, Z., & Albay, M. (2016). Effects of environmental factors on seasonal and spatial changes in surface zooplankton in Golden Horn Estuary (Istanbul, Turkey). *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 21, 67-81.
- Dorak, Z., & Temel, M. (2015). The zooplankton community and its relationship with environmental variables in a highly polluted system, Golden Horn, Turkey. *Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(2), 57-71.
- Dvoretzky, V.G., & Dvoretzky, A.G. (2013). Epiplankton in the Barents Sea: summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity. *Continental Shelf Research*, 52, 1-11.
- Gajbhiye, S.N. (2002). Zooplankton-Study methods, importance and significant observations. *Proceedings of the National Seminar on Creeks, Estuaries and Mangroves-Pollution and Conservation*, 21-27.
- Gerin, R., Poulain, P. M., Besiktepe, S.T., & Zanasca, P. (2013). On the surface circulation of the Marmara Sea as deduced from drifters. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(6), 919-930.
- Gül, G., & Demirel, N. (2016). Status of small pelagic fishes in the Sea of Marmara. In Özsoy, E., Çağatay, M., Balkis, N.N., Balkis N., & Öztürk, B. (Eds.), *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. (pp. 612-629). İstanbul: TUDAV.
- Hannides, C.C.S., Siokou, I., Zervoudaki, S., Frangoulis, C., & Lange, M. A. (2015). Mesozooplankton biomass and abundance in Cyprus coastal waters and comparison with the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 373-384.
- Isari, S., Ramfos, A., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Kallianiotis, A., & Fragopoulou, N. (2006). Mesozooplankton distribution in relation to hydrology of the Northeastern Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 28, 241-255.
- İşinibilir, M. (2010). Spatial and temporal variation of zooplankton in two bays in the southern sea of Marmara. *Crustaceana*, 83(2), 233-244.

- İşinibilir, M., Kideyş, A.E., Tarkan, A.N., & Yılmaz, I.N. (2008). Annual cycle of zooplankton abundance and species composition in İzmit Bay (the northeastern Marmara Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78(4), 739-747.
- İşinibilir, M., & Tarkan, A.N. (2004). Zooplankton structure in the Marmara Sea in August 2000. *Rapports Et procès-verbaux Des Réunions Commission Internationale Pour L'exploration Scientifique De La Mer Méditerranée*, 37, 372.
- İşinibilir, M., & Tarkan, A.N. (2007). İzmit Körfezi'nin sonbahar 2002'de zooplankton yapısı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5, 251-256.
- İşinibilir-Okyar, M., Üstün, F., & Orun, D. (2015). Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39, 28-38.
- Kideyş, A. E., Yüksek, A., & Sur, H. I., (2013). Abrupt changes in the Marmara pelagic ecosystem during the recent jellyfish *Liriope tetraphylla* invasion and mucilage events. *Geophysical Research*. 15, EGU-10084. (Özet)
- Kurt, T., (2016). *Kuzeydoğu Akdeniz, Türk Boğazlar Sistemi ve Karadeniz mesozooplankton topluluklarının Bölgesel değişimi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 230 s.
- Lenz, J., (2000). Introduction. In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES zooplankton methodology manual* (pp. 1-32). Oxford: Academic Press.
- Mazzocchi, M.G., Siokou, I., Tirelli, V., Bandelj, V., De Puelles, M.L.F., Örek, Y.A., De Olazabal, A., Gubanova, A., Kress, N., Protopapa, M., Solidoro, C., Tagliatela, S., & Terbiyik Kurt, T. (2014). Regional and seasonal characteristics of epipelagic mesozooplankton in the Mediterranean Sea based on an artificial neural network analysis. *Journal of Marine Systems*, 135, 64-80.
- Öğdül, R. G., & Ergüven, H. (1992). Beykoz Koyu (İstanbul Boğazı) Zooplankton gruplarının bolluk ve kompozisyonunun araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1, 105-120.
- Oğuz, T., & Tuğrul, S. (1998). Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış In N. Görür, (Ed.) *Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi* (pp 1-21) İstanbul.
- Omori, M. (1978). Some factors affecting on dry weight, organic weight and concentration on carbon and nitrogen in freshly prepared and preserved zooplankton. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 62, 261-269.
- Postel, L., Fock, H., & Hagen, W. (2000). Biomass and Abundance In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES zooplankton methodology manual* (pp. 83-192). Oxford: Academic Press.
- Ramfos, A., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., & Fragopoulou, N. (2005). Summer mesozooplankton distribution in coastal waters of central Greece (eastern Mediterranean). I. Hydrology and group composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(4), 755-764.
- Skjoldal, H.R., Wiebe, P.H. & Foote, K.G. (2000). Sampling and experimental design. In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES Zooplankton Methodology Manual* (pp. 33-49). Oxford: Academic Press.
- Tarkan, A.N., & Ergüven, H. (1988). Marmara Denizi'nde önemli kopepod türleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 2(2), 71-84.
- Tarkan, A.N., İşinibilir M, & Öğdül RG (2000a). Kuzey Marmara Denizi mesozooplankton kompozisyonu. In: Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 493-499).İstanbul: TÜDAV.
- Tarkan, A.N., Markoç, E., & Sever, T.M. (2000b). İzmit Körfezi baskın zooplankton türleri. In Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 468-474).İstanbul: TÜDAV.
- Tarkan, A.N., İşinibilir M, & Tarkan, A.S. (2005). Seasonal variations of zooplankton composition and abundance in the İstanbul Strait. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(9), 1327-1336.
- Terbiyik-Kurt, T., & Polat, S. (2013). Seasonal distribution of coastal mesozooplankton community in relation to the environmental factors in Iskenderun Bay (north-east Levantine, Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93, 1163-1174.
- Terbiyik-Kurt, T., & Polat, S. (2015). Zooplankton abundance, biomass, and size structure in the coastal waters of the northeastern Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39, 378-387.
- Toklu-Alıçlı, B., Balkıs, N., & Balcı, M. (2014). Seasonal distribution of zooplankton in the Gulf of Erdek (The Marmara Sea) and the impact of ecological variables. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(12), 3013-3021.
- Ünal, E., Shmeleva, A.A., Zagorodnyaya, J., & Kideyş, A.E. (2000). Marmara Denizi'nin ilkbahar 1998'de zooplankton yapısı ve kopepod türleri. In Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 450-460).İstanbul: TÜDAV.
- Uysal, Z., Tuğrul, S., Yücel, N., Sert, F., Gazihan, A., Ak Örek, Y., Terbiyik, T., Örek, H., & Özsoy, E. (2010). An assessment of the state of marine ecosystems around Turkey during sesame (Black Sea, Turkish straits

- system and the Levantine basin) Rapports Et procès-verbaux Des Réunions Commission Internationale Pour L'exploration Scientifique De La Mer Méditerranée, 39, 689.
- Yılmaz, İ.N. (2008). *Marmara Denizi zooplankton dinamiği*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 106 s., İstanbul.
- Yılmaz, İ.N. (2015). Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin. *Marine Ecology*, 36(3), 595-610.
- Yüksek, A., Cebeci, M., & Yılmaz, N. (2001). İstanbul Boğazı mesozooplankton grup kompozisyonunun zamana bağlı değişimi ve hidrografiyle ilişkisi (1996-1999). *IV Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi* 5-8 Ekim 2001, Bodrum, 525-532.
- Zenginer Yılmaz, A., & Beşiktepe, S. (2010). Annual variations in biochemical composition of size fractionated particulate matter and zooplankton abundance and biomass in Mersin Bay, NE Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 81, 260-271.
- Zervoudaki, S., Christou, E.D., Assimakopoulou, G., Örek, H., Gücü, A.C., Giannakourou, A., Pitta, P., Terbıyık, T., Yücel, N., Moutsopoulos, T., Pagou, K., Psarra, S., Özsoy, E., & Papathanassiou, E. (2011). Copepod communities, production and grazing in the Turkish Straits System and the adjacent northern Aegean Sea during spring. *Journal of Marine Systems*, 86(3-4), 45-56.

The Acute Effect of Malathion on Acetylcholinesterase Activity in *Gammarus pulex* (Freshwater Amphipoda)

Ayşegül PALA^{1*}, Osman SERDAR¹, Rahmi AYDIN²

¹Fisheries Faculty, Munzur University, Tunceli, Turkey

²Plant and Animal Production Department, Vocational School, Munzur University, Tunceli, Turkey

*Corresponding author: aysegulpala@munzur.edu.tr

Research Article

Received 02 October 2019; Accepted 28 April 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Pala, A., Serdar, O., & Aydın, R. (2020). The acute effect of malathion on acetylcholinesterase activity in *Gammarus pulex* (Freshwater Amphipoda). *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 202-208. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.628330>

Abstract

In this study was investigated the acute (24 and 48 h) effect of sublethal concentrations of malathion, organophosphates insecticide, on the AChE activity of *Gammarus pulex*.

For this purpose, two sublethal concentrations of malathion (0.1 and 0.2 mg l⁻¹) were applied to *G. pulex* for 24 and 48 h. After 24 and 48 hours of malathion exposure, *G. pulex* samples were taken. In the samples taken, AChE enzyme activity and protein level were determined and specific AChE enzyme activity was calculated.

Sublethal concentrations of malathion caused time-dependent increased inhibition of AChE activity in *G. pulex*. In the group exposed to 0.1 mg l⁻¹ malathion concentration, inhibition of AChE was detected as 50% at 24 h and 74% at 48 h, compared to control. Similarly, in the group exposed to 0.2 mg l⁻¹ malathion concentration, 60% and 68% AChE inhibition at 24 and 48 h were observed, respectively, compared to the control.

As a result, acute exposure of *G. pulex* to malathion for 24 and 48 h caused in the high rate inhibition of the AChE activity. Further, the results show that up to 74% AChE inhibition levels in *G.pulex* do not cause acute death, and measurement of AChE activity in *G. pulex* will be the biomarker of acute malathion exposure and effects.

Keywords: Acetylcholinesterase activity, *Gammarus pulex*, malathion, organophosphates

Malathionun *Gammarus pulex* (Tatlı Su Amphipodu)'te Asetilkolinesteraz Aktivitesi Üzerine Akut Etkisi

Özet

Bu çalışmada, organofosfat insektisit malathionun subletal konsantrasyonlarının *Gammarus pulex*'in AChE aktivitesi üzerine akut (24 ve 48 saat) etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, *G. pulex*'e malathionun iki farklı subletal konsantrasyonu (0.1 ve 0.2 mg l⁻¹) 24 ve 48 saat boyunca uygulandı. 24 ve 48 saat malathion maruziyetinin sonunda *G. pulex* örnekleri alındı. Alınan örneklerde AChE enzim aktivitesi ve protein düzeyi belirlenerek, spesifik AChE enzim aktivitesi hesaplandı.

Malathionunun subletal konsantrasyonları *G. pulex*'te AChE aktivitesinin zamana bağlı artan inhibisyonuna neden oldu. 0.1 mg l⁻¹ malathion konsantrasyonuna maruz kalan grupta, AChE'nin inhibisyonu, kontrol ile karşılaştırıldığında, 24 saatte %50 ve 48 saatte %74 olarak tespit edildi. Benzer şekilde, 0.2 mg l⁻¹ malathion konsantrasyonuna maruz kalan grupta da kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla 24 ve 48 saatte % 60 ve % 68 AChE inhibisyonu gözlemlendi.

Sonuç olarak, *G. pulex*'in malathiona 24 ve 48 saat boyunca maruz kalması AChE aktivitesinin yüksek oranda inhibe edilmesine neden olmuştur. Ayrıca, sonuçlar *G.pulex*'teki % 74'e kadar AChE inhibisyon seviyelerinin akut ölüme neden olmadığını ve *G. pulex*'teki AChE aktivitesinin ölçümünün akut malathion maruziyetinin ve etkilerinin biyobelirteci olacağını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Asetilkolinesteraz aktivitesi, *Gammarus pulex*, malathion, organofosfatlar.

INTRODUCTION

Over the centuries pesticides have been used in agriculture to combat unwanted pests and to improve food production by controlling disease vectors (Hamed, 2015). However, the residues formed as a result of the random use of pesticides in agricultural areas cause water, soil, and air pollution, disrupting the balance of the ecological system (Oruç and Üner, 1999). Organophosphate (OP) compounds, which are among the common pesticides, are widely used in medicine, industry, and agriculture (Fahmy, 2012; Hamed, 2015). AChE activity is a highly specific biomarker for measuring

insecticide pollution with OP (Kirby et al., 2000; De laTorre et al., 2002; Feng et al., 2008). Organophosphates (OPs) all have an acute toxic effect and are designed to inhibit AChE and thus blocking cholinergic nerve transmission (Anderson and Lydy, 2002). The inhibition occurs by inhibiting the natural catabolism of the neurotransmitter as a result of the covalent linkage between the active site of the enzyme and the OP insecticide (Barr and Needham, 2002). Inhibition of this enzyme on the organism results in the accumulation of ACh in cholinergic synapses and the continuous and excessive stimulation of nerve and muscle fibres, thus causing paralysis and ultimate death in the organism (Kirby et al., 2000; Forget et al., 2003; Pala and Serdar, 2018). Malathion, a widely used OP pesticide, is a common contaminant in aquatic ecosystems. High malathion concentrations such as 0.6 mg l⁻¹ in natural wetlands were detected (Giri et al., 2012; Miş e Yonar, 2013). OP insecticides may inadvertently contaminate the surface water as a result of the deliberate application or unintentional air spray, basin drainage, or accidental spill and drift during the control of biting insects. Aquatic invertebrates in surface waters may in this way be exposed to insecticide levels which range from sublethal to acute lethal (Day and Scott, 1990).

Gammarids are commonly used organisms for risk assessment of freshwater quality criteria (Rinderhagen et al., 2000; Serdar et al., 2018). Generally, they are found in the source parts of rivers and are an important food source for fish, birds, and amphibians (MacNeil et al., 2002), and leaf litter plays an important role in the breakdown process (Forrow and Maltby, 2000). As a result, they are active throughout the entire food chain. Therefore, these species are often preferred as test organisms because they can be sampled by collecting throughout the year and they can be easily identified, controlled, and maintained in the laboratory conditions (Xuereb et al., 2009; Uğurlu et al., 2015). Moreover, the limitations of mammalian studies in the field of environmental toxicology have led to an increasing interest of many amphipod invertebrates, such as *Gammarus* (Demirci, 2018). The Gammarides are reported to be among the most susceptible species to cholinesterase (ChE) compounds (Kuhn and Streit, 1994; Xuereb et al., 2007; Xuereb et al., 2009). Because, in the study as a test organism, we selected *Gammarus pulex*, one of the most common freshwater benthic macro-invertebrates in Europe.

Investigations have been performed on *Gammarus* species for the toxic effects of various pesticides (Cold and Forbes, 2004; Demirci, 2018; Serdar, 2019; Pala, 2019). But, there is no report found, for the acute effect of malathion on AChE of *G. pulex*.

This study aimed to determine the acute effect of sublethal malathion concentrations on the AChE activity in *G. pulex* as a non-target aquatic organism, to contribute toxicity database of malathion in Turkey.

MATERIALS and METHODS

Chemicals

The insecticide used in this study was the commercial-grade formulation of malathion 65% Malathion EM (active ingredient malathion, 650 g l⁻¹) was provided by Koruma companies-Agrochemicals, İzmit, Turkey. 1 ml of malathion was taken and dissolved in distilled water thus a 1 l stock solution was prepared. Sublethal concentrations of calculated malathion were taken from this stock solution. The chemicals used in all other stages of the study were purchased from Sigma–Aldrich Chemical (St Louis, MO, USA).

Test organisms

G. pulex, a freshwater amphipod, was used as the test organism in this study organisms were collected with dip nets from the river's origins the Munzur River in Tunceli, Turkey. The region where *G. pulex* individuals collect was close to the river source, lacking from observable industrial and domestic disturbances and the agricultural activity was negligible level. Also, Gueltekin et al. (2017) in the water quality study based on their biotic index on the Munzur River reported that the river is an indicator of high ecological water quality and maybe the reference river. Therefore, non-contaminated populations were used as test organisms. The organisms were placed in plastic bottles filled with river water, with airflow, and transferred to the laboratory. In the region of the river where *G. pulex* individuals were collected, river water was taken together with the living organisms, for use during the adaptation period. Organisms were placed in aquariums with this water. And throughout the adaptation, 30% of the aquarium water was replaced once in three days chlorine-free water. And organisms were adapted to the stock aquariums at 18 ± 0.5° C and 12/12h light/dark photoperiod

surroundings for one month under controlled climatic conditions and were fed with rotten willow leaves during adaptation.

Experimental setup and exposure

The sublethal concentrations of malathion (0.1 and 0.2 mg l^{-1} ; approximately $1/16$ and $1/8$ of LC_{50} value) were selected based on a study by Şahinkuşu (2018), who reported that the LC_{50} value (96 h) of malathion for *G. pulex* was $1.58 \pm 0.56 \text{ mg l}^{-1}$. Acute toxicity tests were performed based on the modified OECD (OECD 202, 2004) standard procedure. In the experiment, 1 L glass aquarium with a ventilated and containing 0.5 L water were used. Pesticide stock solution was prepared by dissolving in distilled water. Three different experimental groups were formed, one being the control group. Organisms were added to the aquariums as 10 individuals in each group. *G. pulex* individuals used in the experiment were selected from similar size ($W = 0.0348 \pm 0.0012 \text{ g}$ and $L = 11.17 \pm 0.73 \text{ mm}$) and healthy individuals. Organisms were exposed to 0.1 mg l^{-1} and 0.2 mg l^{-1} concentrations of malathion for 48 h and the experiment was performed in triplicate for all concentrations. The organisms didn't feed in the experiment and other experimental conditions (light, temperature, etc.) were maintained as mentioned above.

AChE activity assay

Samples were taken from all the aquariums at the 24 and 48 hours of study to determine the AChE activity. The taken samples were weighed and homogenized with a Teflon-glass homogenizer in a pH 7.4 0.05 M sodium-phosphate buffer, containing 0.25 M sucrose, to obtain 1/10 whole homogenate. It was then centrifuged at 3500 rpm for 15 minutes at $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Supernatants obtained after centrifugation was used as an enzyme source.

AChE enzyme activity of *G. pulex* determined according to the method of Elman et al. (1961). For the AChE activity determine, 200 μl of supernatant was taken in a cuvette and 2.55 ml 0.1 M phosphate buffer (pH 8.0), 50 μl etopropazine, 100 μl of DTNB [5,5-dithio-bis(2-nitrobenzoic acid)], were add and it was incubated at $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 5 minutes then 20 μl of ACh iodide were added to it. The change in absorbance at 412 nm was measured for 5 min at on UV-Vis Spectrophotometer.

Protein concentrations were measured according to Lowry et al. (1951) and were used to calculate specific enzyme activity

Statistical analysis

Statistical analysis of the data obtained at the trial was made using the SPSS 24.0 statistical program. The data obtained were tested by one-way analysis of variance (Oneway-ANOVA) (Cimen, 2015). Results were considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS and DISCUSSION

The changes of the AChE activity in the control group and groups exposed to sublethal concentrations of malathion was given in Figure1. The AChE activity of the control group non-exposed to malathion was $0.50 \pm 0.04 \text{ U/mg protein}$ at 24 hours, $0.47 \pm 0.03 \text{ U/mg protein}$ at 48 hours. The enzyme activity of the malathion-exposed groups was lower than that of the control group 24 and 48 hours after exposure, and the difference between them was statistically significant ($p < 0.05$).

The AChE activity of the groups exposed to 0.1 mg l^{-1} and 0.2 mg l^{-1} of malathion concentrations for 24 hours was $0.25 \pm 0.02 \text{ U/mg protein}$ and $0.20 \pm 0.01 \text{ U/mg protein}$, respectively. It also had a 50% and 60% inhibition rate compared to the control, respectively (Figure2).

The activity AChE in *G.pulex* after exposure to 0.1 mg l^{-1} malathion for 48 hours was $0.12 \pm 0.01 \text{ U/mg protein}$, while after 0.2 mg l^{-1} malathion-exposed for 48 hours was $0.15 \pm 0.04 \text{ U/mg protein}$. Besides, the enzyme activity was observed significantly an inhibition rate of 74% and 68% compared to the control group, respectively (Figure2).

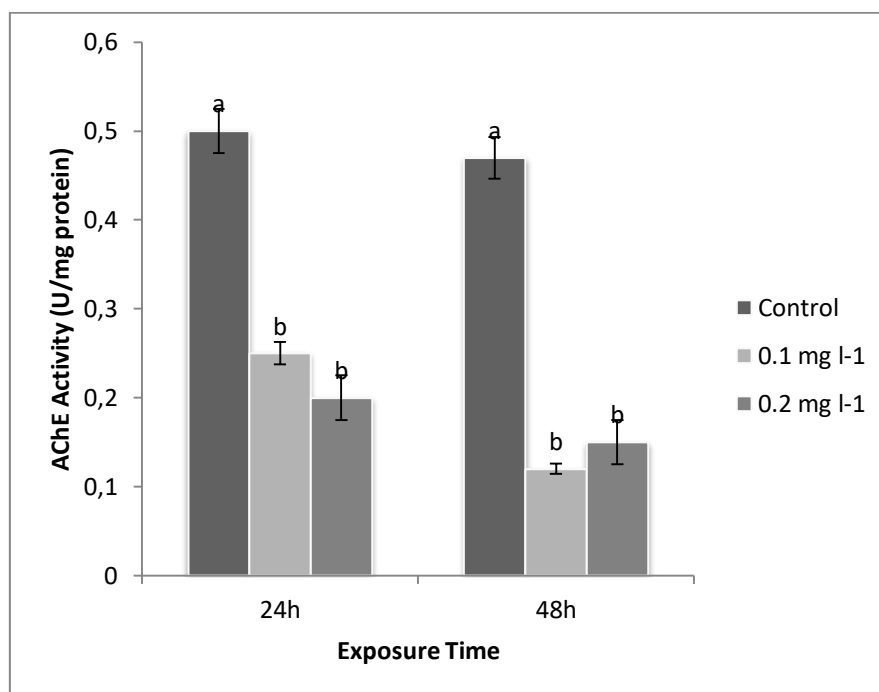


Figure 1. Changes in the AChE activity of groups in different exposure time (24 and 48h)
^{a,b}. The difference between the values indicated by is statistically significant ($p < 0.05$)

Aquatic invertebrates are more susceptible to OP insecticides than vertebrate animals (Giesy et al., 1999; Hyne and Maher, 2003) and the inhibition of AChE activity had been measured in some aquatic invertebrate species (Kozlovskaya et al., 1993; Moulton et al., 1996; McLoughlin et al., 2000; Varó et al., 2002; Barata et al., 2004; Kristoff et al., 2006; Gauthier et al., 2016).

In this study, inhibition in the AChE activity was observed in both malathion concentration exposure (0.1 and 0.2 mg l⁻¹). The highest inhibition (74%) was detected in organisms exposed to 0.2 mg l⁻¹ malathion for 24 hours (Figure 2). The results of this study related to being consistent with the findings of previous studies in Gammarids exposed to other OPs. For example; Fenitrothion and parathion-methyl concentrations have been reported to lead to significant reductions in AChE activity in three different Gammarus species (Kuhn and Streit, 1994). In *G. pulex*, strong AChE inhibition (94%) was observed after exposure to OP insecticide chlorpyrifos at a concentration of 2.86 nM for 96 hours (Xuereb et al., 2007). Similarly, Xuereb et al. (2009) reported that chlorpyrifos plays a role in inhibiting AChE activity when *G. fossarum* is exposed to chlorpyrifos for a short time (96 hours). Also, exposure to diazinon oxon for 24-hours has been reported to cause an almost complete inhibition (92%) in the AChE activity of *G. pulex* (Elwahaishi et al., 2019). Pala (2019), was reported that inhibition in AChE activity of *G. pulex*, which was exposed to OP glyphosate-based herbicide (GBH) concentrations (10, 20, 40 µg l⁻¹) for 24 and 96 hours, was observed, and the inhibition range to be min 23% max 53%.

Furthermore, the results of this study showed that the AChE activity was affected step by step at 24 and 48 hours exposure to malathion concentrations and the inhibition rate increased with time (Figure 2). This result is similar to the findings obtained by Xuereb et al. (2009). They reported that after exposure to 28 nM concentration of chlorpyrifos for 24, 48, and 96 h, in the AChE enzyme activity of *G. fossarum*, 19%, 33%, and 70% inhibition was observed, respectively. Similarly, Pala (2019) was revealed that AChE inhibition increased in *G. pulex* depending on GBH concentration and exposure time.

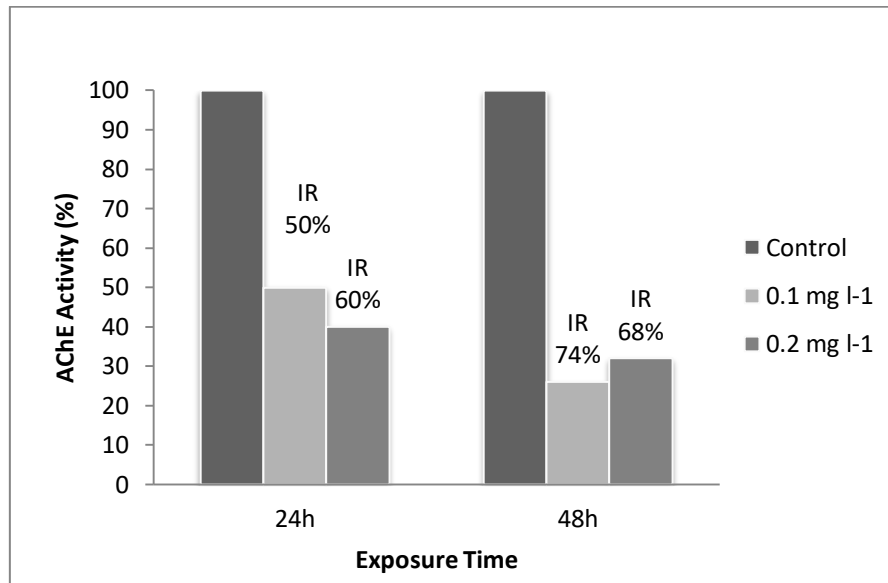


Figure 2. The AChE activity inhibition rates (IR) of groups in different exposure time (24 and 48 h) (%)

CONCLUSION

Sublethal concentrations of OP insecticide malathion caused in time-dependent increasing inhibition of AChE activity in *G. pulex*. Also, the results showed that up to 75% AChE inhibition levels in *G. pulex* did not lead to death. Thus, it is suggested that AChE in *G. pulex* can be effectively used as a biological marker of organophosphate pesticide toxicity.

Acknowledgments: This study has been presented as a poster in the International Conference on Physical Chemistry and Functional Materials- PCFM 2018 at Elazığ/Turkey and published as a summary in the proceedings.

REFERENCES

- Anderson, T. D., & Lydy, M. J. (2002). Increased toxicity to invertebrates associated with a mixture of atrazine and organophosphate insecticides. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 21(7), 1507-1514.
- Barata, C., Solayan, A., & Porte, C. (2004). Role of B-esterases in assessing toxicity of organophosphorus (chlorpyrifos, malathion) and carbamate (carbofuran) pesticides to *Daphnia magna*. *Aquatic Toxicology*, 66(2), 125-139.
- Barr, D. B., & Needham, L. L. (2002). Analytical methods for biological monitoring of exposure to pesticides: a review. *Journal of Chromatography B*, 778(1-2), 5-29.
- Çimen, M. (2015). *Fen ve Sağlık Bilimleri Alanlarında SPSS Uygulamalı Veri Analizi*. Palme Yayıncılık, 314p., Ankara.
- Cold, A., & Forbes, V. E. (2004). Consequences of a short pulse of pesticide exposure for survival and reproduction of *Gammarus pulex*. *Aquatic Toxicology*, 67(3), 287-299.
- Day, K. E., & Scott, I. M. (1990). Use of acetylcholinesterase activity to detect sublethal toxicity in stream invertebrates exposed to low concentrations of organophosphate insecticides. *Aquatic Toxicology*, 18(2), 101-113.
- De la Torre, F. R., Ferrari, L., & Salibian, A. (2002). Freshwater pollution biomarker: Response of brain acetylcholinesterase activity in two fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 131(3), 271-280.
- Demirci, Ö. (2018) İmidakloprit ve asetamipritin *Gammarus kischineffensis* (Amphipoda: Crustacea) üzerine akut toksik etkisinin değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3), 85-92.
- Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres Jr, V., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, 7(2), 88-95.
- Elwahaishi, S., & Mohamed, W. F. (2019). In vitro and in vivo inhibition of *Gammarus pulex* acetylcholinesterase by diazinon. *Scientific Journal of Faculty of Education*, 1(12), 14-27.
- Fahmy, G. H. (2012). Malathion toxicity: Effect on some metabolic activities in *Oreochromis niloticus*, the tilapia fish. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(1), 52-55.
- Feng, T., Li, Z. B., Guo, X. Q., & Guo, J. P. (2008). Effects of trichlorfon and sodium dodecyl sulphate on

- antioxidant defense system and acetylcholinesterase of *Tilapia nilotica* in vitro. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 92(3), 107-113.
- Forget, J., Beliaeff, B., & Bocquené, G. (2003). Acetylcholinesterase activity in copepods (*Tigriopus brevicornis*) from the Vilaine River estuary, France, as a biomarker of neurotoxic contaminants. *Aquatic Toxicology*, 62(3), 195-204.
- Forrow, D. M., & Maltby, L. (2000). Toward a mechanistic understanding of contaminant-induced changes in detritus processing in streams: Direct and indirect effects on detritivore feeding. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(8), 2100-2106.
- Gauthier, P. T., Norwood, W. P., Prepas, E. E., & Pyle, G. G. (2016). Behavioural alterations from exposure to Cu, phenanthrene, and Cu-phenanthrene mixtures: linking behaviour to acute toxic mechanisms in the aquatic amphipod, *Hyalella azteca*. *Aquatic Toxicology*, 170, 377-383.
- Giesy, J. P., Solomon, K. R., Coats, J. R., Dixon, K. R., Giddings, J. M., & Kenaga, E. E. (1999). Chlorpyrifos: ecological risk assessment in North American aquatic environments. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 1-129.
- Giri, A., Yadav, S. S., Giri, S., & Sharma, G. D. (2012). Effect of predator stress and malathion on tadpoles of Indian skittering frog. *Aquatic Toxicology*, 106, 157-163.
- Gueltekin, Z., Aydin, R., & Carola W. (2017). Macroinvertebrate composition in the metarhithral zones of the Munzur and Pülümür rivers: a preliminary study. *Turkish Journal of Zoology*, 41(6), 1100-1104.
- Hamed, H. S. (2015). Impact of a short-term malathion exposure of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*): the protective role of selenium. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3, 30-37.
- Hyne, R. V., & Maher, W. A. (2003). Invertebrate biomarkers: Links to toxicosis that predict population decline. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 54(3), 366-374.
- Kirby, M. F., Morris, S., Hurst, M., Kirby, S. J., Neall, P., Tylor, T., & Fagg, A. (2000). The use of cholinesterase activity in flounder (*Platichthys flesus*) muscle tissue as a biomarker of neurotoxic contamination in UK estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 40(9), 780-791.
- Kozlovskaya, V. I., Mayer, F. L., Menzikova, O. V., & Chuyko, G. M. (1993). Cholinesterases of aquatic animals. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 117-142.
- Kristoff, G., Guerrero, N. V., de D'Angelo, A. M. P., & Cochón, A. C. (2006). Inhibition of cholinesterase activity by azinphos-methyl in two freshwater invertebrates: *Biomphalaria glabrata* and *Lumbriculus variegatus*. *Toxicology*, 222(3), 185-194.
- Kuhn, K., & Streit, B. (1994). Detecting sublethal effects of organophosphates by measuring acetylcholinesterase activity in *Gammarus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 53(3), 398-404.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1), 265-275.
- MacNeil, C., Dick, J. T., Bigsby, E., Elwood, R. W., Montgomery, W. I., Gibbins, C. N., & Kelly, D. W. (2002). The validity of the Gammarus: Asellus ratio as an index of organic pollution: abiotic and biotic influences. *Water Research*, 36(1), 75-84.
- McLoughlin, N., Yin, D., Maltby, L., Wood, R. M., & Yu, H. (2000). Evaluation of sensitivity and specificity of two crustacean biochemical biomarkers. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(8), 2085-2092.
- Mişe Yonar, S. (2013). Toxic effects of malathion in carp, *Cyprinus carpio carpio*: protective role of lycopene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 97, 223-229.
- Moulton, C. A., Fleming, W. J., & Purnell, C. E. (1996). Effects of two cholinesterase-inhibiting pesticides on freshwater mussels. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 15(2), 131-137.
- OECD, (2004). *Daphnia* sp., Acute Immobilisation Test, OECD Guidelines for Testing of Chemicals, No. 202, OECD, Paris.
- Oruç, E. Ö., & Üner, N. (1999). Effects of 2, 4-Diamin on some parameters of protein and carbohydrate metabolisms in the serum, muscle and liver of *Cyprinus carpio*. *Environmental Pollution*, 105(2), 267-272.
- Pala, A., & Serdar, O. (2018). Seasonal Variation of Acetylcholinesterase Activity as a Biomarker in Brain Tissue of *Capoeta umbla* in Pülümür Stream. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(2), 98-102.
- Pala, A. (2019). The effect of a glyphosate-based herbicide on acetylcholinesterase (AChE) activity, oxidative stress, and antioxidant status in freshwater amphipod: *Gammarus pulex* (Crustacean). *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Rinderhagen, M., Ritterhoff, J., & Zauke, G. P. (2000). Crustaceans as bioindicators. In *Biomonitoring of Polluted Water-Reviews on Actual Topics. Trans Tech Publications-Scitech Publications, Environmental Research Forum*, 9,161-194.
- Serdar, O., Yildirim, N. C., Tatar, S., Yildirim, N., & Ogedey, A. (2018). Antioxidant biomarkers in *Gammarus*

- pulex* to evaluate the efficiency of electrocoagulation process in landfill leachate treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(13), 12538-12544.
- Serdar, O. (2019). The effect of dimethoate pesticide on some biochemical biomarkers in *Gammarus pulex*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 1–10.
- Şahinkuşu, F. (2018). *Malathion insektisitinin Gammarus pulex (L., 1758) üzerine akut toksisitesinin belirlenmesi*. MSc thesis, Fisheries Department, Institute of Science, Munzur University, 33p., Tunceli.
- Uğurlu, P., Ünlü, E., & Satar, E. I. (2015). The toxicological effects of thiamethoxam on *Gammarus kischineffensis* (Schellenberg 1937) (Crustacea: Amphipoda). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 39(2), 720-726.
- Varó, I., Navarro, J. C., Amat, F., & Guilhermino, L. (2002). Characterisation of cholinesterases and evaluation of the inhibitory potential of chlorpyrifos and dichlorvos to *Artemia salina* and *Artemia parthenogenetica*. *Chemosphere*, 48(6), 563-569.
- Xuereb, B., Noury, P., Felten, V., Garric, J., & Geffard, O. (2007). Cholinesterase activity in *Gammarus pulex* (Crustacea Amphipoda): characterization and effects of chlorpyrifos. *Toxicology*, 236(3), 178-189.
- Xuereb, B., Lefèvre, E., Garric, J., & Geffard, O. (2009). Acetylcholinesterase activity in *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda): linking AChE inhibition and behavioural alteration. *Aquatic Toxicology*, 94(2), 114-122.

Water Quality and Heavy Metal Pollution in Kayacik Dam (Gaziantep, Turkey)

Demet DOĞAN¹

*University of Gaziantep, Vocational School of Araban, Araban-Gaziantep, Turkey

Corresponding author e-mail: demetdogan@gantep.edu.tr

Research Article

Received 21 October 2019; Accepted 03 January 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Doğan, D. (2020). Water quality and heavy metal pollution in Kayacik Dam (Gaziantep, Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 209-213. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.635648>

Abstract

The present study was the first conducted to determine the water quality and heavy metal pollution in Kayacik Dam (Gaziantep, Turkey) to assess its suitability and safety for irrigation. For this purpose, water sampling from 6 stations was performed in spring 2019 and samples taken into polyethylene bottles were used to determine the presence of heavy metals (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn) using ICP-OES. The water temperature, pH, dissolved oxygen, and conductivity were measured *in situ* via 8405 Combo Water Meter. The average values of water temperature, pH, dissolved oxygen, and conductivity were as follows; 20.53°C, 8.30, 12.57 mg/L, and 723.7 $\mu\text{S cm}^{-1}$, respectively. Kayacik Dam was found to be first-class water quality in terms of temperature, pH, and dissolved oxygen while it can be evaluated as a second class in terms of conductivity. Among heavy metals analyzed levels of Cd, Co, Cr, Cu, and Pb were under the detection limit of 0.05 mg/L. The order of heavy metal levels in Kayacik Dam was found as Mn>Fe>Al>Zn>Ni. A general increasing or decreasing trend was not determined in heavy metal levels among stations. According to recommended maximum element concentrations for irrigation purposes by United Nations Food and Agricultural Organization (FAO), Mn and Ni levels were found to be higher than the maximum recommended level while Fe, Al, and Zn were in the allowable range.

Keywords: Heavy metal, Kayacik Dam, pollution, water quality

Kayacık Barajı'nda Su Kalitesi ve Ağır Metal Kirliliği (Gaziantep, Türkiye)

Özet

Bu çalışma sulama açısından uygunluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla Kayacık Barajı'nın (Gaziantep, Türkiye) su kalitesini ve ağır metal kirliliğini belirlemek üzere yürütülen ilk çalışmadır. Bu amaçla, 2019 bahar döneminde 6 istasyondan alınan su örnekleri ICP-OES ile ağır metallerin (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) varlığının belirlenmesi için polietilen şişelere alınmıştır. Su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen ve iletkenlik 8405 Combo Water Meter ile *in situ* ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen ve iletkenlik değerleri sırasıyla 20,53°C, 8,30, 12,57 mg/L and 723,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 'dir. Sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen değerleri açısından Kayacık Barajı birinci sınıf su kalitesine sahipken iletkenlik değerine göre ikinci sınıf su kalitesine sahiptir. Analiz edilen ağır metaller arasında Cd, Co, Cr, Cu ve Pb düzeyleri belirleme sınırının altında ölçülmüştür (0,05 mg/L). Kayacık Barajı'nda ağır metal derişimlerinin Mn>Fe>Al>Zn>Ni şeklinde olduğu bulunmuştur. İstasyonlar arasında ağır metal derişimlerinde genel olarak azalan ya da artan yönde bir değişim gözlenmemiştir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) sulama suları için önerilen maksimum element derişimlerine göre değerlendirildiğinde Mn ve Ni düzeylerinin önerilen maksimum sınırın üzerinde olduğu, Fe, Al ve Zn değerlerinin izin verilen aralıkta olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, Kayacık Barajı, kirlilik, su kalitesi

INTRODUCTION

Heavy metals are naturally occurring elements existing throughout the earth's crust however they are introduced in different environmental compartments in large quantities due to anthropogenic activities like mining, industrial production, and use of metal or metal-containing compounds in industrial production, agricultural and domestic applications (Salomons et al., 1995). The main natural sources of heavy metals in an aquatic ecosystem are weathering of soils and rocks and volcanic eruptions. Some of the heavy metals (Cu, Zn, and Fe) are beneficial and essential for living organisms, however, others like Pb, Cd, and Al are toxic causing serious damage to metabolic, physiological, and structural systems of organisms. These heavy metals are continuously added into aquatic systems, causing serious threat not only ecosystems and aquatic organisms but also human life through

bioaccumulation and biomagnification in the food chain due to their toxic and persistent nature (Moore et al., 2011; Masindi and Muedi, 2018).

Water quality presents the physical, chemical, and biological contents of water which influence the aquatic environment as limiting factors for aquatic organisms. To protect aquatic ecosystems and specific water uses, the water quality guidelines state scientific information about quality parameters and toxicological threshold values (Wyatt et al., 1998; Lawson et al., 2011; Kasımoğlu and Yılmaz, 2014; Klake et al., 2016; Uçun Özel and Gemici, 2016). Due to the importance of the availability of quality water, contamination of water sources should be monitored to take needed precautions to sustain the suitability of water by preventing, controlling and reducing the pollution (Gautam et al., 2014). Kayacık Dam, is a favorite picnic and line fishing area for local people, and it is surrounded by agricultural areas and there is no investigation/data in the literature related to its quality parameters or pollution. Therefore the main objectives of this study are (1) to determine the physicochemical properties of water, (2) to investigate the extent and degree of heavy metal contamination in Kayacık Dam, Gaziantep.

MATERIALS and METHODS

Kayacık Dam was constructed between 1993-2006 with irrigation purposes and it is located on Aynıfar Stream next to Kayacık village being 17 km south of Oğuzeli (Gaziantep).



Figure 1. Sampling stations

The water samples were collected in spring 2019 from six stations selected based on accessibility by involving all sides with the intention of reflecting the characteristics of the water (Figure 1). At each station, triplicate samples were taken according to standard sampling methods (APHA, 1998). The water temperature, pH, dissolved oxygen and conductivity were measured *in situ* (8405 Combo Water Meter). The water samples were taken into 1000 mL polyethylene bottles and were brought to the laboratory in cold conditions for Physico-chemical analysis. For metal analyses, water samples were filtered through 0.45 μm pore size membrane filters to remove sand and debris. pH of the filtrate was adjusted to $\text{pH} < 2$ with nitric acid (1+1). Samples were maintained at $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ until analysis (APHA, 1998). Heavy metal (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) levels of samples were determined according to the method of EPA 6020A via ICP-OES (PerkinElmer Optima 5300 DV) with the detection limit of 0.05 mg/L.

Statistical Analysis

Statistics were performed using the SPSS 22 computer program (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). The statistical difference between mean values of groups was determined by Post Hoc LSD multiple comparison test considering the values at $p < 0.05$ were significant. Pearson correlation analysis was used to quantify the strength of association between two variables. Results were expressed as means \pm standard deviation.

RESULTS and DISCUSSION

In aquatic ecosystems, water temperature is a very important parameter affecting the growth and distribution of aquatic species. Temperature alters depending on flow rate, volume, depth, geological,

and chemical structure of waterway, and an increase in the value decreases the dissolved gasses and accelerates the chemical reactions (Wetzel, 2001). According to the criteria of Water Pollution Control Regulation in Turkey (SKKY 2004), ≤ 25 °C is evaluated as first-class water quality and Kayacik Dam was found to be first-class water quality in terms of temperature (Table 1). pH is one of the significant parameters and in a balanced ecosystem, pH is sustained between 5.5 and 8.5 (Chandrasekhar et al., 2003). The estimated average pH values of Kayacik Dam of 8.30 demonstrates the existence of a well-balanced ecosystem.

Conductivity shows the ability of water to conduct electricity and it is used as a quick parameter to locate the potential water quality problems (Moore et al., 2011; Adeniji et al., 2016). For a water source to be classified as the first quality for conductivity, the measured value should be $< 400 \mu\text{S cm}^{-1}$ (SKKY, 2004). The average conductivity of Kayacik Dam was measured as $723.7 \mu\text{S cm}^{-1}$ and it results in water being classified as second class. One of the indicators of the presence of pollutants, conductivity is affected by dissolved substances in the water like salts and heavy metals. Therefore second class water quality in terms of conductivity means that the water is slightly polluted and there is a potential dissolved ion source in the vicinity (Kar et al., 2008; Alsaffar et al., 2016).

Dissolved oxygen is used as another important quality criteria due to its regulatory function on metabolic pathways in aquatic ecosystems. In the freshwater ecosystem, the minimum value of dissolved oxygen is 5 mg/L for maintenance of aquatic life (EPA, 1997) and pollution is expected to cause a decrease in the values. In Kayacik Dam, the average value for dissolved oxygen is 12.57 mg/L and it shows the properties of class one water quality (SKKY, 2004). It can be stated that Kayacik Dam is not under the serious threat of pollution and thus no important negative impacts on aquatic life is predicted when findings for water quality parameters considered together.

Table 1. Physicochemical parameters of Kayacik Dam's stations

Physicochemical parameters	Stations						Min.	Mean	Max.
	1	2	3	4	5	6			
Temperature (°C)	19.1	21.5	20.4	19.1	20.1	23	19.1	20.53	21.5
pH	8.32	7.95	8.23	8.14	8.17	8.96	7.95	8.3	8.96
Conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	787	762	695	718	704	676	676	723.7	787
Dissolved Oxygen (mg/L)	19.1	7.9	12.4	9.7	11	15.3	7.9	12.57	19.1

Due to the increase in usage and processing of heavy metals, metal sourced contamination is becoming a serious issue of concern around the world, and water is one of the major environmental compartments being affected. The concentrations of Al, Fe, Mn, Ni and Zn levels of Kayacik Dam are given in Table 2. Among heavy metals analyzed levels of Cd, Co, Cr, Cu and Pb were under the detection limit of 0.05 mg/L possibly the result of increased water volume due to heavy raining in the season study conducted. According to the Food and Agriculture Organization, levels of Al, Fe, and Zn were found to be within maximum permissible limits for irrigation purposes which makes water suitable for irrigation purposes. On the other hand, Mn and Ni levels were determined to be above the maximum permissible limit (FAO, 2002). There was no determined increasing or decreasing trend in metal concentrations among stations selected.

Table 2. Heavy metal levels (mg/L) in Kayacik Dam

	Stations						Min.	Max.
	1	2	3	4	5	6		
Al	2.14±0.38 ^{ab}	1.27±0.23 ^{ac}	1.38±0.70 ^{ac}	2.50±1.22 ^b	1.14±.13 ^{ac}	0.79±0.08 ^c	0.70	3.91
Fe	3.18±0.45 ^a	1.70±0.05 ^b	0.92±0.31 ^c	2.43±0.69 ^d	1.38±.17 ^{bc}	0.90±0.26 ^b	0.62	3.69
Mn	4.73±0.24 ^a	2.40±1.18 ^b	1.23±.093 ^{bc}	2.18±0.38 ^b	1.7±1.04 ^{bc}	0.80±0.13 ^c	0.65	4.99
Ni	0.26±0.02 ^a	0.22±0.04 ^{ab}	0.19±.028 ^{ab}	0.23±0.02 ^{ab}	0.19±0.03 ^b	0.18±0.01 ^b	0.15	0.28
Zn	2.41±0.53 ^a	1.01±0.64 ^b	1.25±0.31 ^b	0.81±0.52 ^b	0.51±0.12 ^b	1.12±0.54 ^b	0.27	2.73

Values are given as mean±standard deviation (n=3). Different superscript letters in the same line indicate significant difference in mean values among stations (p<0.05).

Correlation coefficients of heavy metals and water quality parameters (Table 3) resulted in a significant negative correlation between temperature and heavy metals of Al and Fe (p<0.01). Zn and pH were positively correlated to oxygen (p<0.01). Besides, a significant positive relation was found between conductivity and heavy metals of Fe and Mn (p<0.01). In similar studies, the strong relationship and the potentiation of metal toxicity via increased water temperature or lowered dissolved oxygen levels were reported (Lou et al., 2017; Hertika et al., 2018).

Table 3. Correlation coefficients of heavy metals and water quality parameters

	Al	Fe	Mn	Ni	Zn	Temp.	pH	Oxygen	Conductivity
Al	1								
Fe	0.803 ^{**}	1							
Mn	0.481 [*]	0.852 ^{**}	1						
Ni	0.518 [*]	0.609 ^{**}	0.749 ^{**}	1					
Zn	0.266	0.541 [*]	0.687 ^{**}	0.584 [*]	1				
Temp.	-0.652 ^{**}	-0.677 ^{**}	-0.575 [*]	-0.395	-0.217	1			
pH	-0.326	-0.311	-0.309	-0.242	0.136	0.594 ^{**}	1		
Oxygen	0.059	0.305	0.416	0.307	0.678 ^{**}	-0.076	0.600 ^{**}	1	
Conductivity	0.393	0.765 ^{**}	0.850 ^{**}	0.582 [*]	0.528 [*]	-0.472 [*]	-0.517 [*]	0.181	1

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

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

Consequently, the water quality of Kayacik Dam was found to be second class according to SKKY. Heavy metals of Mn, Fe, Al, Zn, and Ni were in the limit of detection and they were within the permissible levels for irrigation except for Mn and Ni. Even in trace amounts, it is known that heavy metals can still be toxic causing serious health problems to exposed organisms, including humans. Therefore it is imperative to continuously monitor and identify the levels of pollution and water quality of Kayacik Dam. In addition to the given parameters in the present study, future investigations could focus on the agricultural activity sourced existence/extend of organic pollution and their potential effects on living organisms.

REFERENCES

- Adeniji, A.R., Osifeso, O.O., & Adidogun, N.O. (2016). Determination of heavy metals contamination in stream waters at four (4) different locations in Abeokuta south local government area of Ogun State, Nigeria. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5, 5370- 5375.
- Alsaffar, M. S., Suhaimi Jaafar, M., & Ahmad Kabir, N. (2016). Evaluation of heavy metals in surface water of major rivers in Penang, Malaysia. *International Journal of Environmental Sciences*, 6, 657-669.
- APHA (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th ed., American Public Health Association, Washington, DC, 874p.
- Chandrasekhar, J.S., Lenin, B.K. & Somasekher, R.K. (2003). Impact of urbanization on Bellandur lake, Bangalore - a case study. *Journal of Environmental Biology*, 24, 223-227.
- EPA (1997). Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. Retrieved from http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/upload/2002_08_13_volunteer_stream_stream.pdf
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2002). International code of conduct on the distribution and use of pesticides. Retrieved on 2007-10-25.
- Gautam, R.K., Sharma, S.K., Mahiya, S., Chattopadhyaya, M.C. (2014). *Contamination of heavy metals in aquatic media: transport, toxicity and technologies for remediation*. In: Heavy Metals in Water: Presence, Removal and Safety (Ed. Sharma, S.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1-24.

- Hertika, A.M.S., Kusriani, K., Indrayani, E., Nurdiani, R., & Putra, B.D.S. (2018). Relationship between levels of the heavy metals lead, cadmium and mercury, and metallothionein in the gills and stomach of *Crassostrea iredalei* and *Crassostrea glomerata*. *F1000 Research*, 7, 1239.
- Kar, D., Sur, P., Mandai, S.K., Saha, T., & Kole, R.K. (2008). Assessment of heavy metal pollution in surface water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5, 119-124.
- Kasımoğlu, C., & Yılmaz, F. (2014). Investigation of some physical and chemical properties of Tersakan stream (Muğla, Turkey). *Balıkesir University Journal of Natural and Applied Sciences*, 16, 51-67.
- Klake, R.K., Nartey, V.K., & Dinku, D.E. (2016). Assessment of heavy metal contamination in the Weija Dam, Ghana. *Journal of Natural Sciences Research*, 6, 18-26.
- Lawson, E.O. (2011). Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the mangrove swamps of Lagos lagoon, Lagos, Nigeria. *Advances in Biological Research*, 5(1), 08-21.
- Lou, S., Liu, S., Dai, C., Tao, A., Tan, B., Ma, G., Chalov, R.S., & Chalov, S.R. (2017). Heavy metal distribution and groundwater quality assessment for a coastal area on a Chinese island. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26, 733-745.
- Masindi, V. & Muedi, K. L. (2018). Environmental contamination by heavy metals, In: H.E.M. Saleh and R.F. Aglan (Eds.), *Heavy Metals*, Aglan, IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76082>.
- Moore, F., Esmaeili, K., & Keshavarzi, B. (2011). Assessment of heavy metals contamination in stream water and sediments affected by the sungun porphyry copper deposit, east Azerbaijan province, northwest Iran. *Water Quality Exposure and Health*, 3, 37-49.
- Salomons, W., Forstner, U., Mader, P. (1995). *Heavy Metals: Problems and Solutions*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 414p.
- SKKY (2004). Turkish Water Pollution Control Regulation, (TWPCR). The Regulation of Water Pollution Control. Ministry of Environment and Forestry. Official Newspaper, 31.12.2004 No: 25687.
- Ucun Özel, H., & Gemici, B.T. (2016). Determination of Bartın river pollution using the physical parameters. *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 7, 52-58.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems*, 3rd ed., Academic Press, San Diego, CA, 1006p.
- Wyatt, C.J., Fimbres, C., Romo, L., Mendez, R. O., & Grijalva, M. (1998). Incidence of heavy metal contamination in water supplies in northern Mexico. *Environmental Research*, 76, 114-119.

Ege Denizi'nde Deniz Patlıcanı (Holothuroidae) Avcılığı Yapan Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Durumu

Mustafa ÇEKİÇ^{1*}, Mehmet HEREKLIOĞLU², Deniz ERGÜDEN³

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antakya, Hatay, Türkiye

²TC Yumurtalık Belediyesi, Adana, Türkiye

³İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Hatay, Türkiye

* Sorumlu Yazar: cekicm@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 23 Ekim 2019; Kabul 10 Aralık 2019; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntılama: Çekiç, M., Hereklioğlu, M., & Ergüden, D. (2020). Ege Denizi'nde deniz patlıcanı (Holothuroidae) avcılığı yapan balıkçıların sosyo-ekonomik durumu. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 214-237. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.637400>

Özet

Bu çalışmada, deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı, avcılık yöntemi, avlanma dönemleri, kullandıkları av aracı, dalış sırasında kullandıkları ekipmanlar, balıkçı teknelerinin özellikleri ile deniz patlıcanının pazarlanması, ekonomiye olan katkısının belirlenmesi ve memnuniyet durumları incelenmiştir.

Çalışmada, deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçıların durumunu değerlendirmek ve çözüm önerileri getirmek amacıyla 35 soruluk içeren bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması, Nisan ve Mayıs 2017 tarihlerinde İzmir-Dikili, İzmir-Urla ve Balıkesir-Altınova kıyılarında deniz patlıcanı avcılığı yapan 31 balıkçı ile yüz yüze görüşülerek ve yerinde gözlemler şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Anket sonuçlarına göre balıkçıların, deniz patlıcanı avcılığını dönemsel olarak ve sadece dalarak yaptıkları ve topladıkları deniz patlıcanlarını canlı olarak işleme fabrikalarına sattıkları ve ücretlerini günlük olarak aldıkları belirlenmiştir. Dalarak avcılık yapan balıkçıların dalış esnasında kullandıkları tekne ve dalış ekipmanlarının dalış ve avcılık kurallarına uygun olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Deniz Patlıcanı, Holothuroidae, balıkçılık, sosyo-ekonomik yapı, dalış ekipmanı

Socio-Economic Situation of Fishermen of Sea Cucumber (Holothuroidae) Fisheries in the Aegean Sea

Abstract

In this study, the socio-economic structure of fishermen, fishing methods, fishing periods, the equipment they used during catching, the equipment used during diving, the characteristics of fishing boats, and the marketing of sea cucumber, determination of their contribution to the economy and satisfaction situation were examined.

In the study, a survey study consisting of 35 questions was conducted to evaluate the status of fishermen catching sea cucumbers. The survey study was conducted between April and May 2017 in İzmir-Dikili, İzmir-Urla, and Balıkesir-Altınova coasts with 31 fishermen, face-to-face interviews, and on-site observations.

According to the results of the survey, it was determined that the fishermen used to catch sea cucumbers periodically, and only by diving, they sold the sea cucumbers to the live processing factories and they got their daily wages. It was seen that the boat and diving equipment used by the fishermen who did not comply with the diving and fisheries rules.

Keywords: Sea Cucumber, Holothuroidae, fisheries, socio-economic situation, scuba equipment

GİRİŞ

Deniz patlıcanları omurgasız deniz hayvanları grubundadır. Echinodermata'nın Holothuridea sınıfı altında yer almakta ve denizlerde littoral zonda yaşamaktadır (Aydın, 2016). Dünya denizlerinde Echinodermata filimuna ait yaklaşık olarak 1200'e yakın deniz patlıcanı türü bulunmasına rağmen ticari avcılığı yapılan yaklaşık 60 tür bulunmaktadır (Conand, 1990; Borrero-Pérez vd., 2011, González-Wangüemert vd., 2014).

Akdeniz'de Holothuroidea sınıfında 38 deniz patlıcanı türü dağılım göstermektedir (Aydın, 2016; Aydın vd., 2019). Türkiye kıyılarında ise şu ana kadar tespit edilmiş 9 deniz patlıcanı türü

bulunmaktadır. Bu türler; *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii*, *Holothuria mammata*, *Holothuria (Platyperona) sanctori*, *Holothuria forskali*, *Holothuria hammata Stichopus regalis*, *Synaptula reciprocans* ve *Stereoderma kirschbergi*'dir. Bu türlerden; *H. hammata* ve *S. reciprocans* lesepsiyen (göçmen) türlerden olup, *H. hammata*'nın varlığı ise ilk kez Aydın vd. (2019) tarafından Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyılarından tüm Akdeniz için ilk kayıt olarak bildirilmiştir.

Ülkemizde ekonomik olarak ticari avcılığı yapılan deniz patlıcanı türleri; *H. tubulosa*, *H. polii*, *H. mammata* ve *S. regalis* olarak bilinmektedir (Aydın, 2016). Ticari avcılığı yapılan bu türlerden; *Holothuria tubulosa*, Ege ve Batı Akdeniz sahillerinde görülürken, *H. polii* ve *H. mammata* Marmara, Ege ve Batı Akdeniz kıyılarında, *Stichopus regalis* ise Marmara ve Ege kıyılarında dağılım göstermektedir (Aydın, 2016).

Deniz patlıcanları yaşam alanı olarak, yumuşak, kumlu ve çamurlu zeminlerde, deniz çayırları (*Posidonia*) topluluklarının kenarlarında, mağaralarda veya sert zeminlerde bulunurlar (Aydın ve Erkan, 2015; Purcell vd., 2012). Genellikle 0-50 m derinlikteki sularda dağılım göstermekle birlikte, Aralık-Nisan aylarında deniz suyu sıcaklığı değerlerinin daha düşük ve daha stabil (15,9- 19,4 ° C arasında ortalama 17 ° C) olmasına bağlı olarak, 20-45 m derinliklerde yoğun olarak dağılım gösterirler (Anonim, 2017a, Fischer vd., 1987). Besin maddesi olarak deniz dibinde çökelti halinde bulunan ölü organik materyaller, organik maddeler, protozoa, diatom, detritus ile beslenerek doğal bir dönüşümü gerçekleştirirler (Çaklı vd., 2004; Borrero-Pérez vd., 2011). Deniz patlıcanları kendilerini tehlikede hissettikleri anda hemen kasılarak ve Cuvier organları ile ağ salgılayarak kendilerini korumaya çalışırlar (Şahin, 2008).

Deniz patlıcanları; silindirik şeklinde, siyahtan açık sarı-beyaza kadar değişen renklerde olabilmekte ve uzunlukları 20-70 cm'ye, ağırlıkları ise 2,5 kilograma kadar değişebilmektedir. Deniz patlıcanı avcılığı genellikle sığ sularda el ile toplanmak ve derin sularda ise SCUBA (Donanımlı Dalış) ve nargile denen dalış yöntemi ile (tekne de mevcut bulunan kompresörün verdiği hava yardımıyla yapılan dalış yöntemi) dalgıçlar yardımıyla, çatal uçlu sopalarla ya da yoğun bulunan ortamlarda sürütme ağları ile yapılmaktadır (Purcell vd., 2012, Anonim, 2017b).

Ege Bölgesi'nde genellikle yaygın olan avlanma şekli teknelerden 'Nargile' usulü ile yapılan dalışlardır. 02.09.1997 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği kapsamında alınmış olan "Bireysel Su Ürünleri Dalgıç" belgesine sahip olanlar dışında bu yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten önce Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu tarafından verilmiş iki yıldız ve üzeri bröveye sahip olan ve daha önce bu belge ile en az altı ay balık üretme çiftliklerinde çalıştıklarını veya su ürünleri istihsalı yaptıklarını belgeleyen kişilere, yönetmeliğin 6. maddesinde belirtilen diğer şartları sağlamaları kaydıyla, bir yıl içinde başvurmaları hâlinde yaş sınırı aranmaksızın sınavsız olarak sadece "su ürünleri dalgıçı olarak çalışabilir." ibareli balıkadam yeterlilik belgesi düzenlenmektedir. Bu belge sahipleri, su ürünleri dalgıçlığının dışında başka bir ticari amaçlı dalgıçlık yapamamaktadır.

Türkiye'de deniz patlıcanına "deniz hıyarı" da denilmektedir. Ülkemizde tüketimi olmayan deniz patlıcanı, ticari olarak dünyada en az 1000 yıldan beri avlanmaktadır. Deniz patlıcanı ticaretinin %90'ını, Çin, Hong Kong, Japonya ve Singapur gibi uzak doğudaki ülkelere yapılmaktadır. Çin dünya da başı çeken en büyük tüketici ülke konumundadır. Ayrıca Amerika'nın bir kısmında, Kuzey Avustralya'da ve Batı Avrupa'nın doğu orijinli insanların yerleştiği bölgelerde deniz patlıcanı alımı yapılmaktadır (Anonim, 2017c). Deniz patlıcanları, Çin, Hong Kong, Güney Kore, Singapur ve Japonya'da çiğ, kurutulmuş ve kaynatılmış olarak tüketilmektedir (Köse vd., 2010). Deniz patlıcanları yüksek protein, mineral ve vitamin içeriğine sahip olması nedeniyle olarak, Çin'de ilaç yapımında kullanılmaktadır. Farmakolojik ajanların kaynağı olarak; kireçlenme, eklem ağrıları, genel halsizlik-güçsüzlükte, zayıflıkta, yaşlılığa bağlı demansızlık, kabızlık, astım, yüksek tansiyon, romatizma, sinüzit, doku yaralanmalarında, kesiklerde ve yanıklarda iltihap önleyici olarak, ayrıca böbrek ve midenin çalışmasının desteklenmesi, kanın beslenmesi, ameliyatlar ile olan iç yaralarda veya sezaryan operasyonlarının tedavisinde, diş eti rahatsızlıkları ile mücadelede ve diş macunları içerisinde denizhıyarı ajanlarından yararlanılmaktadır. Aynı zamanda afrodizyak özelliğinin olduğuna inanılarak da çok fazla tüketimi yapılmaktadır (Anonim, 2017b).

Ülkemizde besin maddesi olarak tüketilmeyip, olta balıkçılığında yem olarak değerlendirilen deniz patlıcanı türlerinin tamamı ihraç ürünüdür. Bu türlerin avcılığı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı

tarafından yayınlanan 4/1 numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının düzenlenmesi hakkındaki tebliğde; Deniz patlıcanı avcılığını düzenleyen 28.maddeye göre, avcılığın yapılabileceği alanlar olarak Ege Denizi'nde, İzmir Körfezindeki Ardıç Burnu (38° 31.955' N - 26° 37.525' E) ile Kapan Burnu (38° 32.689' N - 26° 48.880' E) arasında çekilen hattın güneyinde kalan karasularımız hariç olmak üzere; İzmir İli, Çeşme İlçesi, Karaabdullah Burnu (38° 15,955' N - 26° 14,373' E) ile Balıkesir ili, Ayvalık İlçesi, Eğribucak Burnu (39° 16,399' N-26° 36,589' E) arasında kalan karasularımız, Akdeniz'de, Mersin ili Anamur Burnu (36° 00.906'N - 32° 48.200'E) ile Seyhan Nehri'nin denize döküldüğü yer (36° 43.458'N - 34° 54.420'E) arasında kalan karasularımız da ve ayrıca 1 Haziran - 31 Ekim tarihleri arasında deniz patlıcanı avcılığı yasaklamıştır (Anonim, 2016). Deniz patlıcanlarının gıda olarak tüketiminin dışında sağlık sektöründe ayrıcalıklı bir yeri vardır (Aydın, 2016; Çaklı vd., 2004). Ülkemizde son yıllarda önemli bir ihracat ürünü olup özellikle, 1996 yılından beri ihracatı yapılmaktadır (Aydın, 2016). Avcılığına izin verilen deniz patlıcanı sayesinde, Mersin, İzmir ve Balıkesir İllerinde pek çok kişi geçimini bu yolla sağlamaktadır.

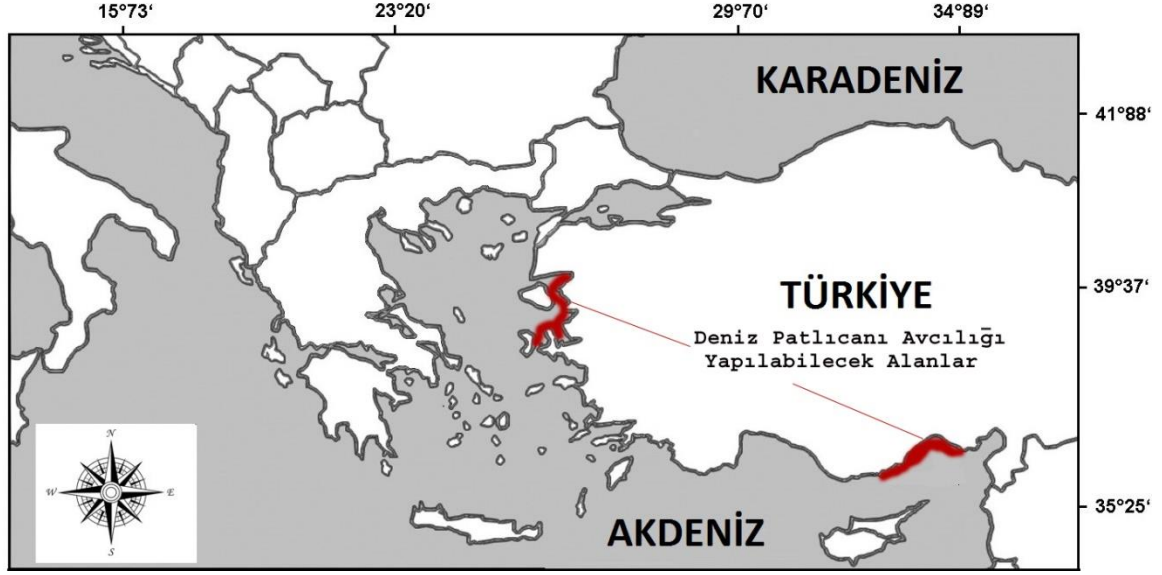
Deniz patlıcanları canlı avlandıktan sonra, balıkçılardan toplanarak işleme tesislerinde boy gruplarına göre ayrılmakta ve bir bıçak yardımıyla yatay olarak kesilerek, iç organları çıkartılarak temizlenmektedir. Haşlama kazanlarda kaynar sular içerisinde haşlandıktan sonra buzlu su içerisine alınmakta, şok odalarında -40°C derecede şoklandıktan sonra, ürünler polietilen (PE) torbalar içerisinde paketlenerek soğuk muhafaza odalarında -18 derecede muhafaza edilmektedir (Anonim, 2017). Deniz patlıcanları ülkemizde işleme fabrikalarında işlenerek Uzakdoğu Asya ülkelerine kurutulmuş ve dondurulmuş olarak ihracat edilmektedir. İhracat edilen ürünler çoğunlukla Çin, Hong Kong, Tayvan, Kore, Romanya ve Amerika gibi ülkelere gönderilmektedir (Anonim, 2017c).

Tebliğde izin verilen sahalardan toplanan deniz patlıcanı ihracatı, TÜİK (2017) verilerine göre 2014'te yalnızca 553 bin dolar iken 2015 yılında 4 milyon bin dolar ve 2016 yılında ise 6 milyon 613 bin dolar döviz girdisi sağlamıştır. 2016 yılında dondurulmuş deniz patlıcanının % 70'den fazlası Çin, Tayvan, Japonya ve Güney Kore'ye ihracat edilmiştir. Ülkemizde tüketilmemesine karşın, deniz patlıcanı önemli bir ihracat kalemini oluşturmaktadır (TÜİK, 2017).

Bu çalışmada, deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı, avcılık yöntemi, avlanma dönemleri, kullandıkları av aracı, dalış sırasında kullandıkları ekipmanlar, balıkçı teknelerinin özellikleri ile deniz patlıcanının pazarlanması ve ekonomiye olan katkısının belirlenmesi incelenmiş ve balıkçıların karşılaştıkları sorunlar ile mesleki memnuniyet durumları araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Nisan-Mayıs 2017 tarihleri arasında İzmir-Dikili, Urla ve Balıkesir-Altınova (Şekil 1) kıyılarında deniz patlıcanı avcılığı yapan 31 balıkçı ile yüz yüze görüşülerek ve yerinde gözlemler şeklinde gerçekleştirilmiştir. Deniz patlıcanı avcılığı ile uğraşan ve geçimini bu yolla sağlayan balıkçılara; sosyo-ekonomik yapıları, avcılık yöntemi, avlanma dönemleri, kullandıkları av araçları, dalış sırasında kullandıkları ekipmanlar, balıkçı teknelerinin özellikleri ile deniz patlıcanının pazarlanması ve memnuniyet durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla, 35 soruluk anket çalışması uygulanmıştır (Ek 1). Ankette genel olarak; bölgelerdeki deniz patlıcanı avlanma dönemleri, ekonomiye ve balıkçılığa olan katkısının belirlenmesi, balıkçıların yaş dağılımları, eğitim durumları, medeni durumları, aile durumları, avlanmanın hangi dönemlerde yapıldığı, toplam av günü sayısı, av sahasının özellikleri, tecrübesi, balıkçı teknelerinin özellikleri, sorunları ve balıkçıların meslek memnuniyetleri, bölgedeki deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçı teknelerinin özellikleri, dalış sırasında kullandıkları malzemeler gibi sorulara cevap aranmıştır.



Şekil 1. Ege bölgesinde deniz patlıcanı avcılığı yapılan bölgeler (Anonim, 2016)

BULGULAR

Bu çalışmada, İzmir-Dikili, Urla ve Balıkesir-Altınova kıyılarından 31 balıkçı ile yapılan anketlerden elde edilen veriler üç bölümde yorumlanmıştır. Birinci bölümde, balıkçıların sosyo-demografik özellikleri, balıkçıların yaşı, öğrenim düzeyleri, medeni durumu, çocuk sayısı, bakmakla yükümlü oldukları hane sayısı, konut ve otomobil sahibi olup olmadıkları, sosyal güvenlik durumları, mesleği bırakma istekleri gibi demografik veriler incelenmiştir. İkinci bölümde, deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçıların dalışa başlama hikâyeleri, mesleği seçme nedeni, mesleğe başlamadan önce yapılan dalış türleri, balıkçılık sırasında yaptıkları dalış sayısı ve süresi, herhangi bir dalış hastalığına yakalanıp yakalanmadığı, bireysel su ürünleri avcılığı kapsamında dalış sırasında kullandıkları ekipmanların teknik ve fiziksel özellikleri, avcılıkta kullandıkları araçlar, dalış malzemeleri ve deniz patlıcanlarını taşıma yöntemleri vb. sorular sorulmuştur. Üçüncü bölümde ise deniz patlıcanı avcılığında günde toplanan miktar, avcılık sezonunda ava çıkma sayısı, türlerin sınıflandırması, pazarlanması ve karşılaştıkları sorunlar hakkındaki genel bilgiler incelenmiştir.

Balıkçıların Sosyo-Demografik Özellikleri

Çalışmada, deniz patlıcanı avcılığı yapan balıkçıların demografik özelliklerini belirleyen; yaş, öğrenim düzeyleri, medeni durumu, çocuk sayısı, bakmakla yükümlü oldukları hane sayısı, konut ve otomobil sahibi olup olmadıkları, sosyal güvenlik durumları, mesleği bırakma istekleri gibi veriler değerlendirildiğinde; ankete katılan 31 balıkçının yaş dağılımlarının 20 ila 60 yaş arasında olduğu belirlenmiştir. Balıkçıların, %19'unun (6 kişi) 18-30 yaş, %68'inin (21 kişi) 31-50 yaş aralığında olduğu %13'ünün (4 kişi) ise 51 yaş üstünde olduğu görülmektedir (Şekil 2). Ülkemizde deniz patlıcanı avcılığı genellikle nargile sistemi ile yapıldığından Ege bölgesinde daha çok genç ve orta yaş grubu arasında balıkçının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Anket katılan balıkçılarımızın, eğitim durumlarını incelediğimizde, eğitim durumlarının düşük olduğu ortaya çıkmaktadır. Balıkçıların % 48'inin (15 kişi) ilkokul, % 19'unun (6 kişi) ortaokul, %19'unun lise (6 kişi) ve %10'luk (3 kişi) bir kısmı üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Anket sonuçlarına göre balıkçıların eğitim düzeylerinin, daha çok ilkokul ve ortaokul mezunu olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

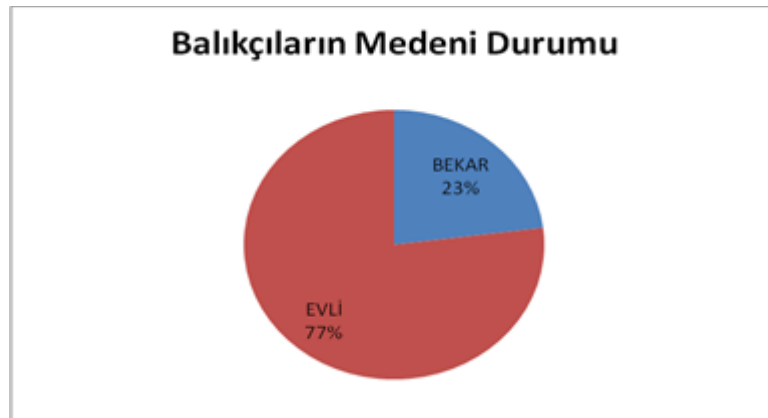


Şekil 2. Balıkçıların yaş dağılımları

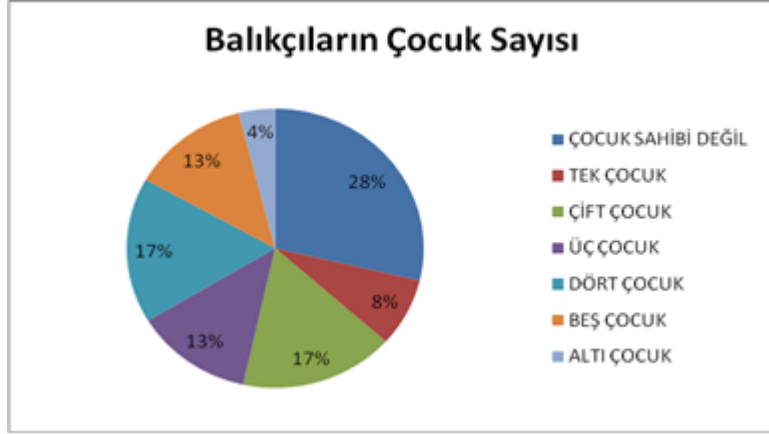


Şekil 3. Balıkçıların eğitim durumları

Balıkçıların medeni durumlarına bakıldığında, %23'ünün (7 kişi) bekâr ve %77'sinin ise (24 kişi) evli oldukları görülmüştür (Şekil 4). Evli olanların % 29'unun hiç çocuk sahibi olmadığı (7 kişi), %8'inin (2 kişi) tek çocuk, %17'sinin (4 kişi) iki çocuk, %13'ünün (3 kişi) üç çocuk, %17'sinin (4 kişi) dört çocuk, %13'ünün (3 kişi) beş çocuk, %4'ünün (1 kişi) ise altı çocuk sahibi oldukları ortaya çıkmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Balıkçıların medeni durumları



Şekil 5. Balıkçıların sahip olduğu çocuk sayıları

Balıkçıların bakmakla yükümlü oldukları hane sayılarına bakıldığında, %10'u (3 kişi) tek başına yaşadığını, %10'unu (3 kişi) eşi ile birlikte yaşadığını, %10'u (3 kişi) üç kişilik aile, %19'u (6 kişi), dört kişilik aile, %10'u (3 kişi) beş kişilik aile, %29'u (9 kişi) altı kişilik aile, %10'u (3 kişi) 7 kişilik aile ve %3'ü (1 kişi) sekiz kişilik aile bireylerine baktıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 6).



Şekil 6. Balıkçıların yaşadığı hanedeki birey sayısı

Ankete katılan balıkçıların %97'si şimdiye kadar Sosyal Güvenlik Kurumları'nda kaydı olmadığını belirtirken sadece %3'ü (1 kişi) Sosyal Güvenlik Kurumu'ndan emekli olduğu belirtmiştir (Şekil 7).



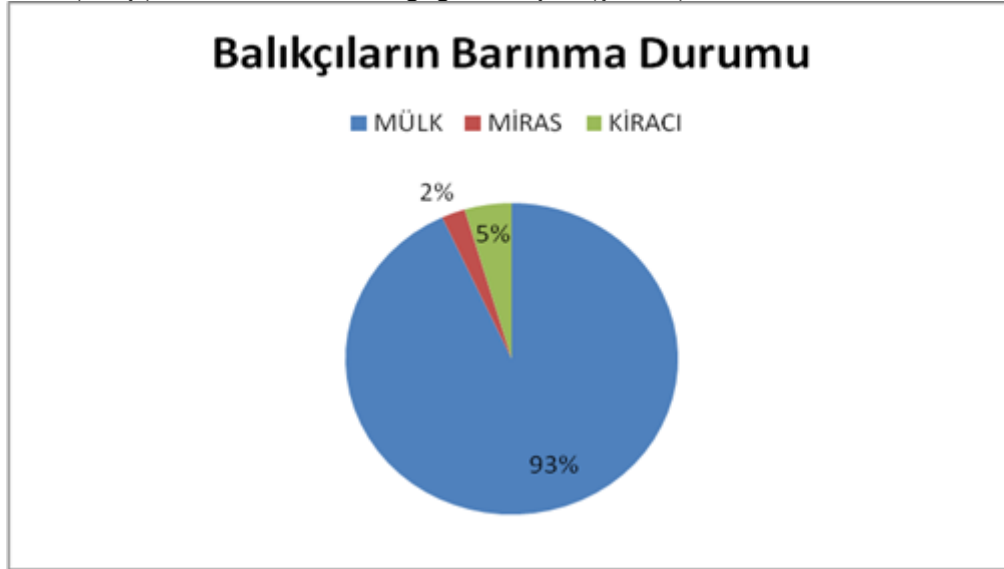
Şekil 7. Balıkçıların Sosyal Güvenlik durumları

Deniz patlıcanı avcılığı sezonu bittikten sonra balıkçıların, %77'si (24 kişi) vasıfsız işçi (günübirlik iş), %10'u (3 kişi) inşaat sektöründe (vasıflı işçi), %10'u (3 kişi) diğer işlerde (reyon görevlisi vb.) çalıştıklarını ve % 3'ü (1 kişi) de emekli aylığı ile geçimini devam ettiğini ifade etmişlerdir. Ekonomiklik açısından değerlendirdiklerinde deniz patlıcanı avcılığının diğer zamanlarda yaptıkları işlerden daha karlı olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 8).



Şekil 8. Balıkçıların deniz patlıcanı avcılığı sezonu dışında yaptıkları işler

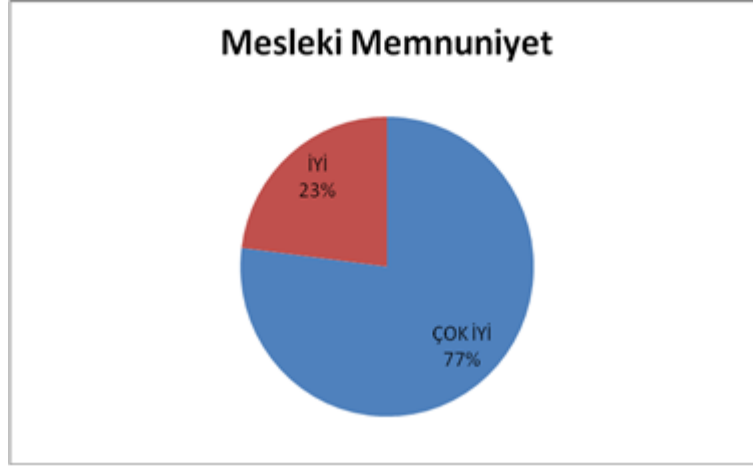
Balıkçıların oturdukları konutların %81'i (25 kişi) kendilerine ait olduğu, % 2'sinin (2 kişi) miras malı olduğunu, %4'ünün (4 kişi) kiracı olduğu ve %94'ünün (29 kişi) bir otomobil sahibi olduğu geri kalan %6'sının (2 kişi) ise otomobili olmadığı görülmüştür (Şekil 9).



Şekil 9. Balıkçıların barınma durumları

Anket çalışmasında balıkçılara, doğum yerlerinin, ikamet ettikleri yerlerin ve çocukluk dönemlerinin geçtiği yerler sorulduğunda %100'ünün denize yakın ve kıyı kesimlerinde yaşadıkları görülmüştür.

Mesleki memnuniyet durumları sorulduğunda balıkçıların; %77'si (24 kişi) Çok İyi, %23'ü ise (7 kişi) iyi olarak değerlendirmiştir. Mesleğe devam etme bakımından %68'i (21 kişi) sağlıklı elverdiği ölçüde devam etmeyi düşündüklerini söylerken, geriye kalan %32'si (10 kişi) ise ileride bırakmak istediklerini ifade etmişlerdir (Şekil 10).



Şekil 10. Balıkçıların mesleki memnuniyet durumu

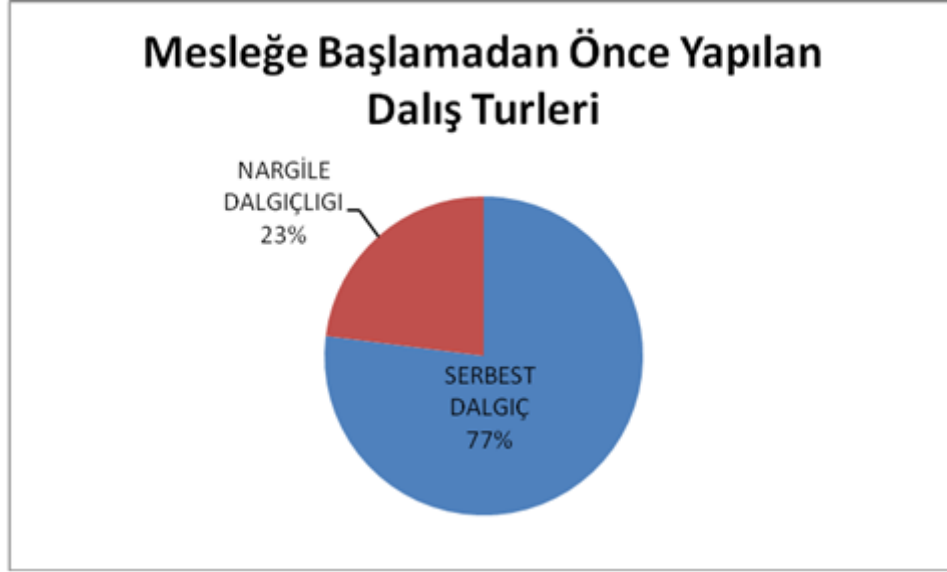
Deniz Patlıcanı Avcılığı Yapan Balıkçıların Dalış Hikâyeleri

Ankete katılan balıkçılara, deniz patlıcanı avcılığı yapma nedeni sorulduğunda, %77'si (26 kişi) bu işin daha yüksek kazanç getirdiği için, %13'ü (4 kişi) sualtını çocukluğundan bu yana çok sevdiği için, %3'ü (1 kişi) ise deniz kenarında yaşadığı ve ailesinin bu işi yaptığından dolayı seçtiklerini söylemişlerdir (Şekil 11).



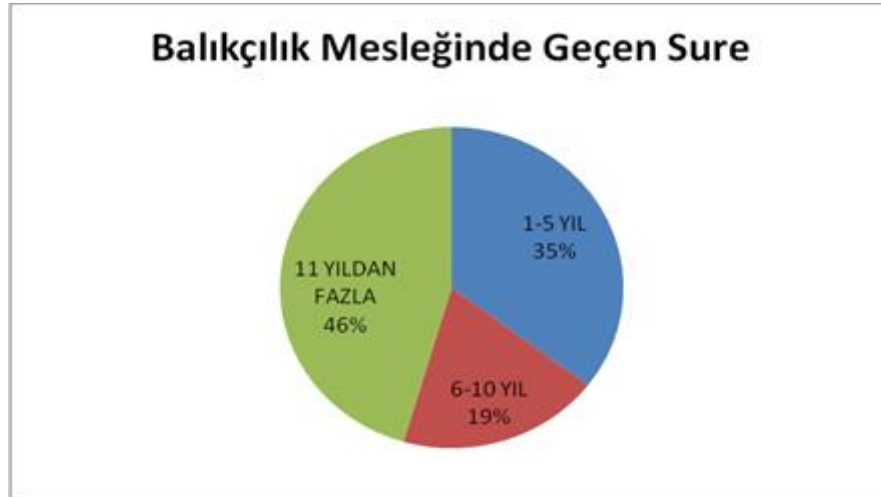
Şekil 11. Mesleği Seçme Nedeni

Ankete katılan balıkçılara deniz patlıcanı avcılığı yapmadan önce herhangi bir dalış ile uğraşmış olup olmadığını sorulduğunda, %77'si (24 kişi) serbest dalış ile zıpkınla balık avladıklarını, %23'ü de (7 kişi) nargile dalgıçlığı ile midye ve deniz salyangozu avcılığı yaptıklarını belirtmişlerdir (Şekil 12).



Şekil 12. Balıkçıları mesleğe başlamadan önce yaptıkları dalış türleri

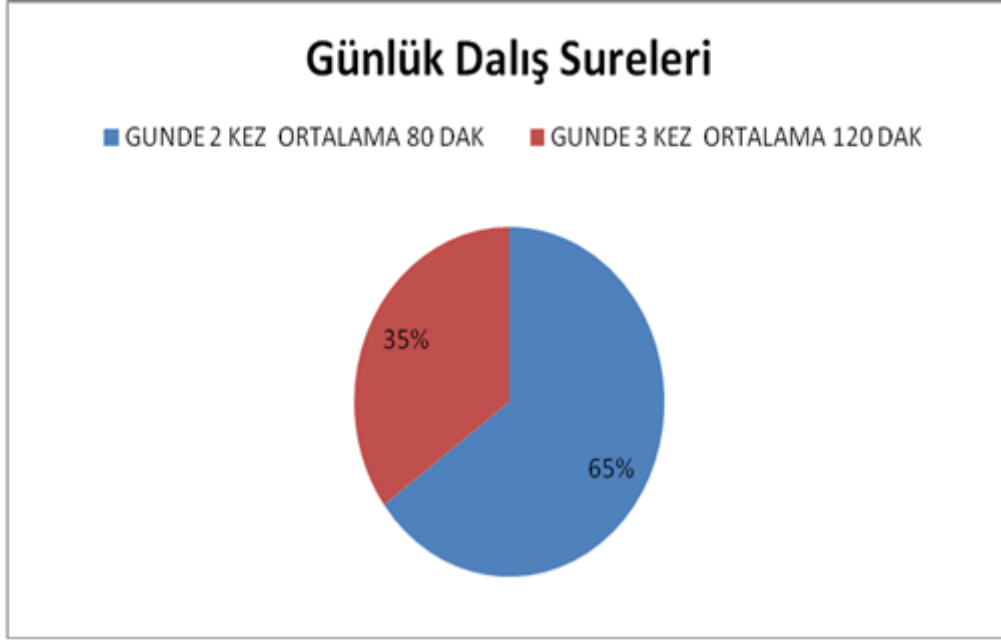
Balıkçılıkların meslekte yıl bazında geçen sürelerine bakıldığında, %45'inin (14 kişi) 10 yıldan fazla bir süredir bu işle uğraştığı, %19'ünün 6-10 yıl, %35'inin de 1-5 yıl arasında bu işle geçimlerini sağladıkları görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Balıkçılık mesleğinde geçen süre

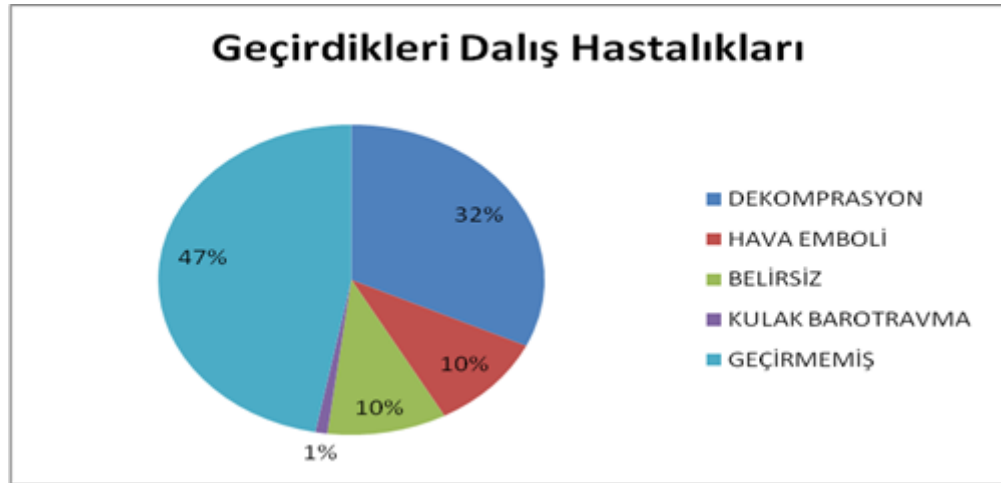
Deniz Patlıcanı avcılığı yapan dalgıçlara, dalış yeterlilik belgelerinin cinsi sorulduğunda, %3'ü (1 kişi) Sualtı Teknolojisi mezunu Birinci Sınıf Dalgıç, %29'u (9 kişi) Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu'ndan Sportif Dalgıç, % 61'i (19 kişi) Liman Başkanlığından 2 yıl süreli aday dalgıç/balıkadam, % 3'ü (1 kişi) MEB Kurs ve Balıkadam sınavına girerek aldıkları Balıkadam belgesine sahip olduklarını diğer %3'ü (1 kişi) de herhangi bir yeterlilik belgesine sahip olmadan çalıştıklarını belirtmişlerdir.

Ankete katılan balıkçıların %35'i (11kişi) günde 3 kez dalış ve ortalama 120dk, %65'i (20 kişi) günde 2 kez dalış ortalama 80 dk'lık dip zamanı yaptıklarını söylemişlerdir (Şekil 14).



Şekil 14. Deniz patlıcanı avcılığı sırasında yapılan Dalış süreleri

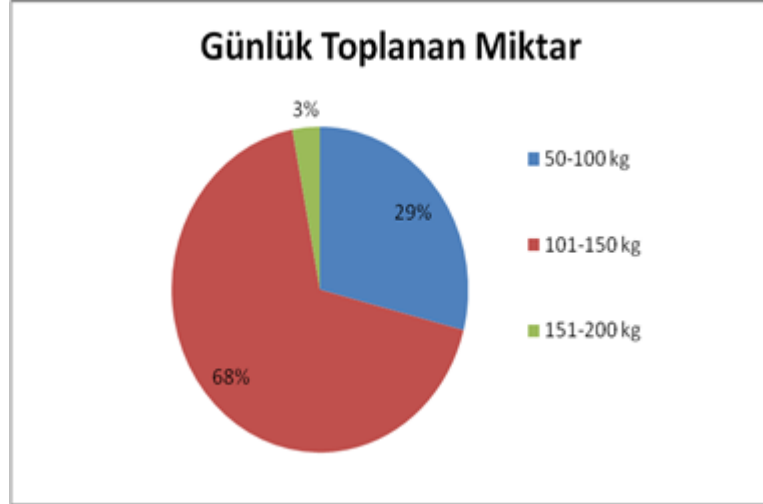
Dalışlar sırasında deniz patlıcanı avlayan balıkçılara herhangi bir sağlık sorunu yaşayıp yaşamadıkları sorulduğunda, balıkçıların %32'si (10 kişi) Dekompresyon hastalığı (Vurgun), %10'u (3 kişi) Kulak barotravması, %10'u (3 kişi) geçirdiği hastalığı belirtmemiş, % 1'i (1kişi) ise hava embolisi dalış hastalıklarını geçirdiklerini ifade etmişlerdir (Şekil 15).



Şekil 15. Avcılık sonucu balıkçıların geçirdikleri Dalış hastalıkları

Deniz Patlıcanı Avcılığında Günde Toplanan Av Miktarı, Sezonda Ava Çıkma Sayısı, Sınıflandırması, Pazarlanması ve Karşılaştıkları Sorunlar

Anket çalışmasına katılan balıkçıların %29'luk kısmı bir günde, 50–100 kg arasında, %68'lik kısmı 101–150 kg arasında, %3'lük kısmı ise 151–200 kg arasında deniz patlıcanı topladıklarını beyan etmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Günlük toplanan deniz patlıcanı miktarları

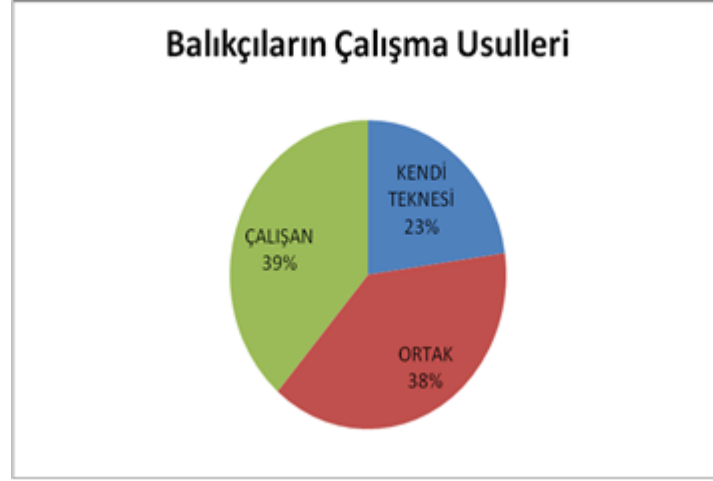
Balıkçıların, deniz patlıcanı avcılığından kazandıkları ortalama aylık gelir düzeyi sorulduğunda, %84'ü (26 kişi) 5001–7000TL/ay arasında, %16'sı (5 kişi) 3000–5000TL/ay arasında para kazandıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 17).

Çalışmada balıkçılar, topladıkları deniz patlıcanını canlı olarak tedarikçi firmalara, günlük, taze ve toptan sattıklarını ve sattıkları ürünlerin ücretini peşin satış yöntemi ile aldıklarını belirtmişlerdir. Ülkemizde beyaz renkli deniz patlıcanlarının, 1 kg. miktarına 7 TL/kg, içi temizlenmiş beyaz renkli deniz patlıcanına 1 kg. miktarına 16 TL/kg, siyah renkli deniz patlıcanına 1 kg miktarına 4 TL/kg, ödenmektedir. Beyaz renkli deniz patlıcanının tanesi 1,2 TL/adet, siyah renkli deniz patlıcanının ise 0,40 TL/adet'dir. Günde ortalama bir balıkçının, iyi deniz şartlarında 1000-1200 adet (ortalama 7 tane deniz patlıcanı 1 kg gelir) ve bir teknenin ortalama 300-400 kg deniz patlıcanı topladıkları balıkçılar tarafından ifade edildiğine göre bu tür deniz ürününün geçim kaynağı olarak görülmesinin oldukça makul olduğu görülmektedir.

Ankete katılan balıkçıların, %23'ü (7 kişi) kendi teknesiyle, %39'u (12 kişi) ortak bir tekne ile %39'u (12 kişi) ise başkasının teknesinde pay usulü yöntemi ile avlandıklarını belirtmişlerdir (Şekil 18).



Şekil 17. Balıkçıların gelir düzeyi



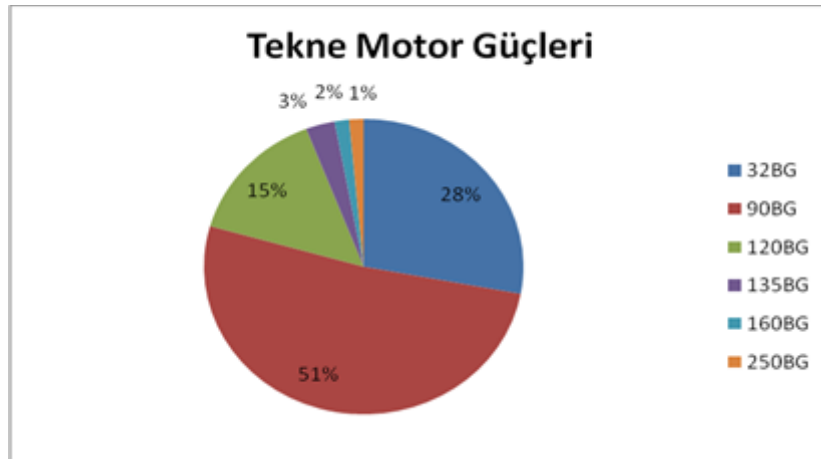
Şekil 18. Balıkçıların çalışma usulleri

Ankete katılan balıkçıların %87'si (27 kişi) herhangi bir banka vb. bir yerden kredi almadıklarını, %13'ü (4 kişi) ise işleme fabrikasından donanım ve işletme kredisi almakta olduklarını ifade etmişlerdir. Aldıkları kredileri günlük kazançlarının bir kısmından kestirmek suretiyle ödeme yaptıklarını belirtmişlerdir. Balıkçılara birkaç balıkçı ile birleşerek avcılık kapasitelerini arttırmak isteyip istemedikleri sorulduğunda; balıkçıların tümünün bu soruya hayır cevabı verdikleri görülmüştür. Bununla birlikte ankete katılan balıkçıların hepsi, toplanan deniz patlıcanının pazarlaması, av sezonu ve avlanma alan kısıtlamasından şikâyetçi olmadıklarını ifade etmişlerdir. Fakat balıkçıların hepsi son yıllarda, deniz patlıcanına verilen fiyatın düşük olması ve avcılık sonrası balıkçı teknelerini bağlama yeri sorunu yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Balıkçı barınağında, diğer balıkçılar tarafından devamlı taciz edildikleri ve sık sık yer konusunda sıkıntı yaşadıklarını, balıkçı barınaklarında elektrik ve tatlı suyun bulunmaması nedeniyle malzeme bakım-onarım işlerinin zorlaştığını ve bu yüzden yakınlarda bulunan yerlerden elektrik ve su ihtiyaçlarını taşımak suretiyle sorunlarını giderebildiklerini söylemişlerdir.

Anket çalışması sırasında gözlenen tüm balıkçı teknelerinin hepsi ahşap tekne olup, teknelerin boyları 7,0-11,0 metre arasında değişiklik göstermekte ve % 55'lik oran ile de 7,0-9,0 metre boy uzunluğundaki tekneler çoğunluğu oluşturmaktadır. En düşük orandaki tekne boylarının ise % 8,3 ile 9-11 metre boydaki teknelerden oluştuğu görülmüştür. Tekne yaşları balıkçılara sorulduğunda tekne yaşlarının 5 ile 15 yıl arasında değiştiği belirtilmiştir. Avlama teknelerinin yaşlarının % oranla 40'lık en yüksek 5 ile 10 yaş arasındaki teknelerden oluştuğu belirlenmiştir.

Balıkçı teknelerinin motor güçlerinin ise %19'u (6 tekne) 32 beygir gücü (BG), %35'i (11 tekne) 90 BG, %32'si (10 tekne) 120 BG, %6'sı (2 tekne) 135 BG, %3'ü (1 tekne) 160 BG ve %3'ü (1 tekne) 250 BG aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Tekne motor güç dağılımları

Balıkçılar ile yapılan yüz yüze görüşmelerde teknelerde kullandıkları avcılık aletlerinin (pusula, telsiz, sonar v.b.) yetersiz oldukları görülmüştür. Teknelerin %42'sinde (13 tekne) pusula, % 3'ünde su üstü sonarı ve pusula, % 3'ünde (1 tekne) GPS, %3 'ünde (1 tekne) ekosounder bulunurken %42'sinde ise herhangi bir yardımcı seyir cihazı bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 20)

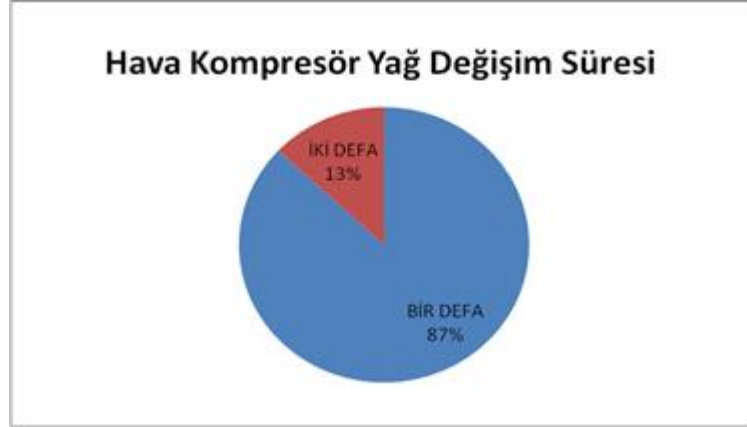


Şekil 20. Teknelerin sahip olduğu seyir yardımcı aletler

Balıkçılara kullandıkları Hava Kompresör çeşidi sorulduğunda tüm balıkçı teknelerinde, Alçak Basıncılı Pistonlu Hava Kompresörleri kullandıkları tespit edilmiş olup %60'ı (21 tekne) kompresör yağı olarak sentetik yağ kullandıklarını, % 32'si (10 tekne) bitkisel kökenli yağ kullandıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 21). Kompresör yağını %13'ü (4 tekne) bir sezonda 2 defa değiştirdiğini ifade ederken, %68'i (21 tekne) sezonda bir defa yağ değişimini yaptığını ifade etmişlerdir (Şekil 22). Anket çalışması sonucu tüm balıkçı teknelerinin kompresör çalışma çizelgesi kullanmadıkları tespit edilmiştir.

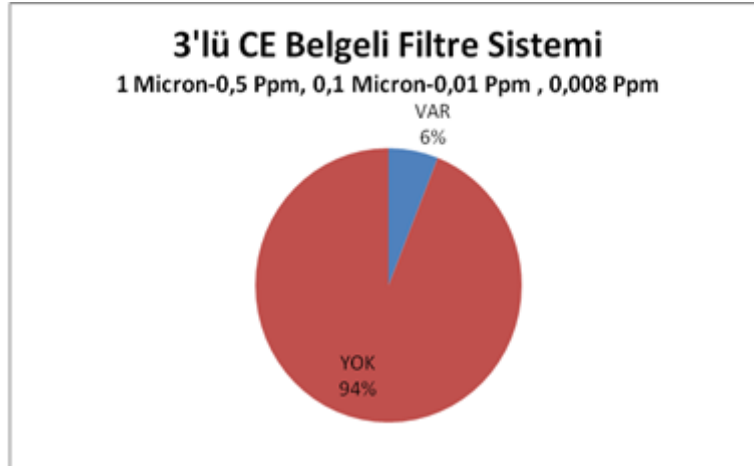


Şekil 21. Dalış sırasında kullanılan hava kompresör yağ çeşidi



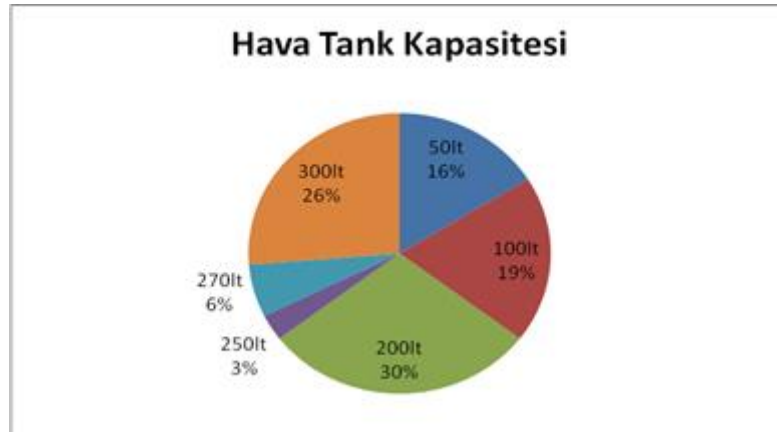
Şekil 22. Dalış sırasında kullanılan hava kompresörünün yağ değişim süresi

Dalış sırasında kullandıkları hava kompresörleri üzerinde monte ettikleri hava filtrelerine bakıldığında kompresör filtre kartuşu hepsinde varken sadece %6'sında (2 tekne) 3'lü Filtre Sistemlerine (CE Belgeli 1 Micron-0,5 Ppm, 0,1 Micron-0,01 Ppm, 0,008 Ppm değerlerine Sahip 3'lü Filtre) sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 23).



Şekil 23. Deniz patlıcanı avcılığı teknelerinde bulunan hava filtre sistemleri

Anket yapılan balıkçı teknelerinin; %16'sı (5 tekne) 50 lt, %19'u (6 tekne) 100 lt, %29'u (9 tekne) 200 lt, %3'ü (1 tekne) 250 lt, %6'sı (2 tekne) 270 lt ve %26'sı (8 tekne) 300 lt kapasiteli hava tankı kullandığı görülmüştür (Şekil 24).



Şekil 24. Dalış sırasında kullanılan hava tanklarının kapasiteleri

Dalış sırasında balıkçının/dalgıcın ihtiyacı olan havayı depolamak için kullandıkları hava tankı/şandrolar kalite açısından bakıldığında %57'sinde (20 tekne) CE belgesi bulunurken %35'inde (11 tekne) bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 25). Teknelerin %84'ünde ise TÜV onaylı emniyet valfi, manometre ve su tahliyesi bulunmadığı ve %16'sında (11 tekne) bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 26).

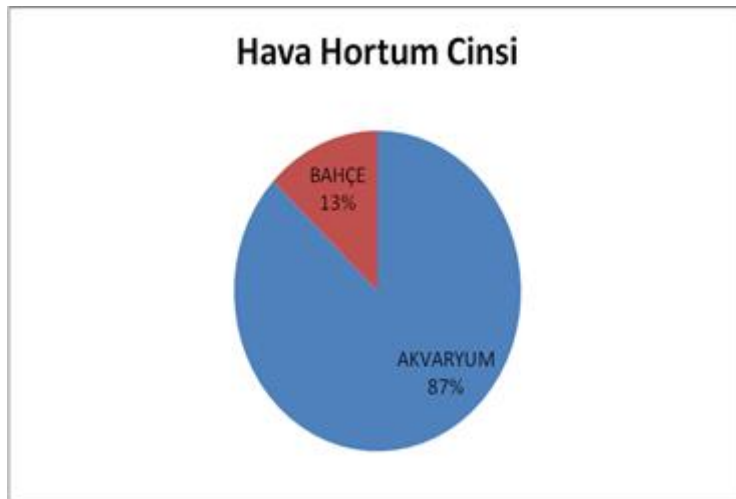


Şekil 25. Dalış sırasında kullanılan hava tanklarının kalite belgesi

Balıkçıların patlıcan avcılığı sırasında yaptıkları dalış sistemi nargile sistemi olup, hava hortumları incelendiğinde %87'sinin (827 tekne) yumuşak silikonlu akvaryum hava hortumu, % 13'ünün (4 tekne) ise bahçe hortumu kullandıkları tespit edilmiştir (Şekil 27).



Şekil 26. Kullanılan hava tanklarının onaylı emniyet valfi, manometre ve su tahliye valfi durumları



Şekil 27. Nargile sisteminde kullandıkları hava hortum çeşidi

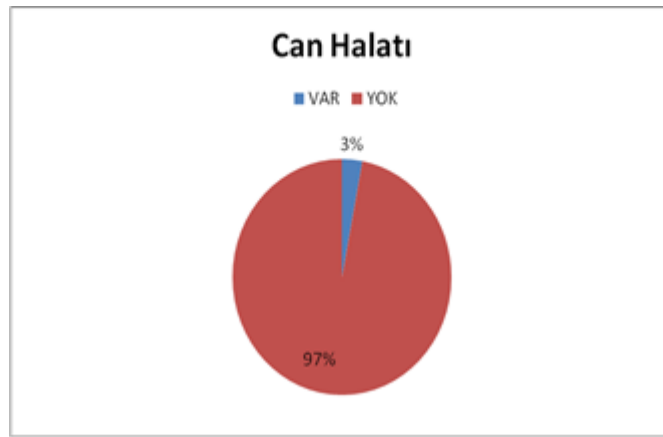
Nargile dalışı yapan balıkçıların tümünde dalış emniyet kemeri kullanmadıkları ve hava hortumu üzerinde bulunması gereken can halatının sadece %3'ünde (1 tekne) bulunduğu görülmüştür (Şekil 28).

Balıkçılara suyun altında hava sağlayan hortumlarının %58'i (18 tekne) tek parça ve % 42'si (13 tekne) çoklu hortum kullandıkları görülmüştür. Hava hortumlarının duyuşal olarak %42'inde (13 tekne) koku hissedilirken %58'sinde (18 tekne) herhangi bir koku tespit edilmemiştir (Şekil 29).

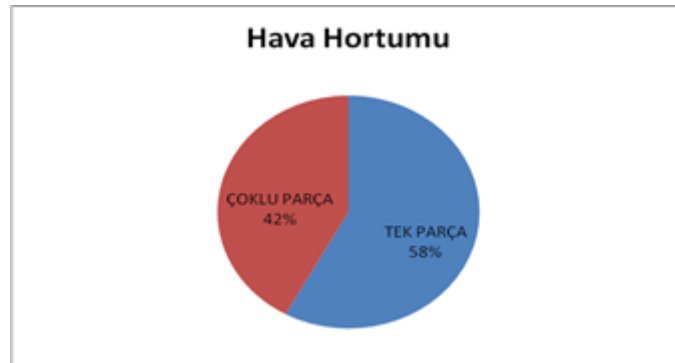
Herhangi bir acil durum karşısında teknelerin %48'inde (15 tekne) SCUBA ekipmanı bulunurken, %52'sinde (16 tekne) ise SCUBA ekipmanı bulunmamaktadır (Şekil 30).

31 balıkçı teknesinde çalışan tüm dalgıçlar için; ıslak tip dalış elbisesi, maske, palet ve ağırlık sistemleri mevcut olup malzemelerin hepsinin de iyi durumda olduğu gözlemlenmiştir.

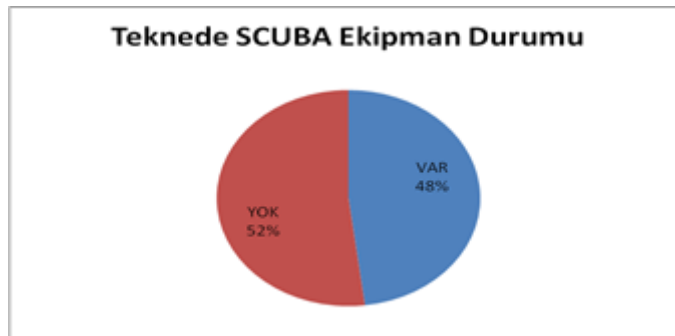
Herhangi bir dalış kazasına karşın teknede bulunan acil yardım veya ilkyardım malzemelerine bakıldığında ise; % 74'ünde (23 tekne) Saf Medikal Oksijen Tüpü ve Rezervuarlı Maske bulunmazken, %26'sında (8 tekne) bulunduğu belirlenmiştir, teknelerin %42'sinde (13 tekne) ilkyardım çantası, %58'inde (18 tekne) ise ilkyardım çantası olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 31).



Şekil 28. Hava hortumu üzerinde bulunması gereken can halatı



Şekil 29. Hava hortum çeşitleri

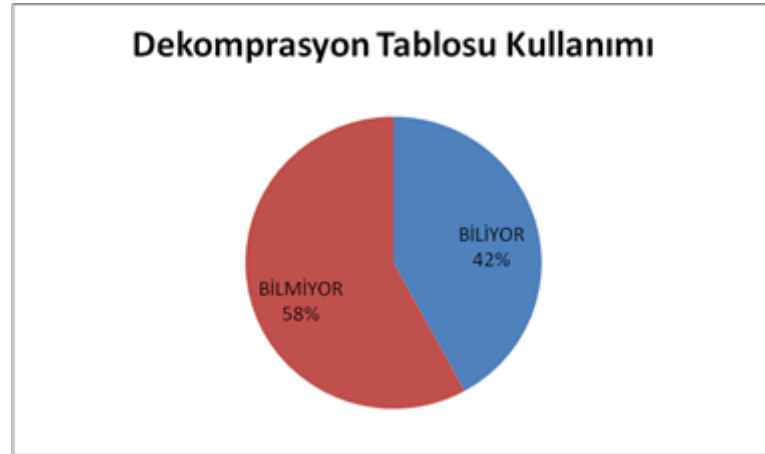


Şekil 30. Teknede bulunan SCUBA ekipman durumu



Şekil 31. Medikal Oksijen tüpü ve Rezervuarlı Maske kullanım durumları

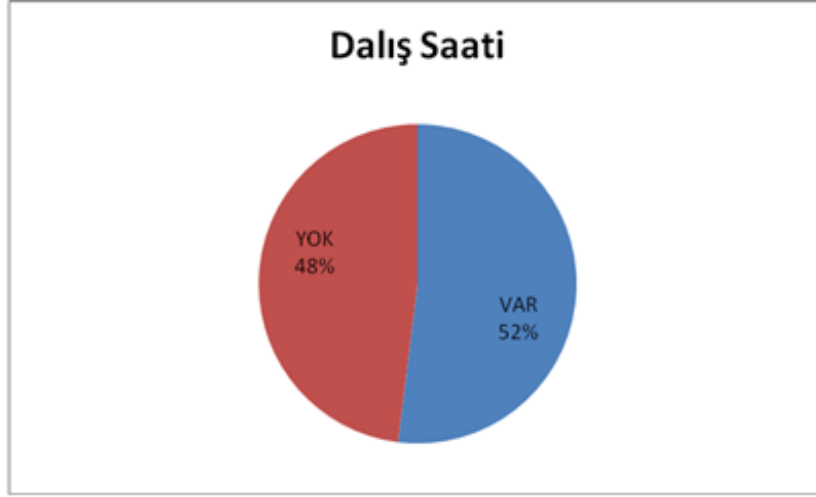
Ankete katılan balıkçılara, dalış sırasında kullandıkları dekomprasyon tabloları sorulduğunda Amerikan deniz kuvvetleri dalgıçlarının kullandığı dalış tablosu USA Navy, Profesyonel Dalış Eğitmenleri Birliği (Professional Association of Diving Instructors) PADI tablosu ve DECO2000 sportif dalış tablolarını kullandıklarını ifade etmişlerdir. Dalış yapan 31 dalgıca dalış tablolarının tüm kaidelerini, dalış hastalıklarını ve herhangi bir kaza karşısında dalış ilkyardımlı bilip bilmediğini sorduğumuzda %58'i bildiğini (18 kişi), %42'si (13 kişi) bilmediğini ifade etmişlerdir (Şekil 32).



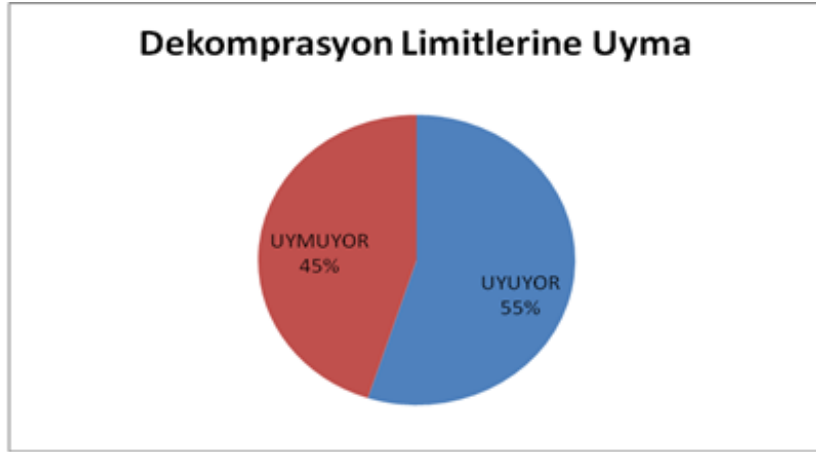
Şekil 32. Dalış tablo kullanım durumları

Dalıcıların %52'sinde (16 kişide) dalış bilgisayarı veya saati bulunurken, %48'inde (15 kişide) bulunmadığı gözlenmiştir (Şekil 33). Ayrıca dalıcıların %55'i (17 kişi) dekomprasyon limitlerine uyduğunu, geri kalan %45'i (14 kişi) ise uymadığını veya kısmen uyduklarını ifade etmişlerdir (Şekil 34).

Sualtı Hekimi veya Hiperbarik Merkezi ile anlaşmanız Var mı? sorusuna deniz patlıcanı avcılığı yapan dalıcıların tümü herhangi bir merkez ile anlaşmaları olmadığını ve herhangi bir dalış kazası sırasında 112 Acil Yardım Hizmetleri, İl Ambulans Servisi Başhekimliğinden gelen ambulans ile en yakın tedavi merkezlerinde tedavi olduklarını söylemişlerdir.



Şekil 33. Dalış bilgisayarı/saati



Şekil 34. Dekomprasyon limitlerine uyma durumu

TARTIŞMA ve SONUÇ

Deniz patlicanı avcılığı, algarna olarak adlandırılan sürüklenme takımları veya dalarak elle toplama yöntemi olmak üzere iki avcılık yöntemi ile de yapılabilmektedir. Dalarak deniz patlicanı toplama yöntemi; serbest olarak şnorkel ile, SCUBA (Donanımlı dalış) veya nargile sistemi kullanılarak yapılmaktadır. Dalarak avcılık yöntemi, seçici avcılığa olanak vermekte iken, diğer avcılık yöntemleri seçiciliği tartışmalıdır. Sürütme yöntemi ile yapılan avcılıkta balıkçı açısından bakıldığında az enerji ve zaman tasarrufu sağlamasına, sualtı yapısına ister faunaya ister floraya olsun zarar vermektedir. Dalarak elle toplama yönteminde av veriminin düşük olmasına rağmen, dip yapısına ve küçük boyutlarda olan deniz patlicanı popülasyonlarını korumaktadırlar.

Dalarak elle toplama yöntemi, ekolojik açıdan bakıldığında algarnaya göre daha zararsız bir yöntemdir. Balıkçılar dahil, bazı bilim adamları elle toplama yönteminin çevreye zararsız bir avcılık olduğu konusunda hem fikirdir. Ancak bu yöntemin riskli tarafı, dalan kişilerin hiç bir eğitim almadan bilinçsizce dalarak vurgun (dekomprasyon hastalığı) yiyebilmekte ya da herhangi bir dalış hastalığına maruz kalabilmektedir. Bunun sonucu olarak vücutlarında kalıcı hasarlar oluşmakta veya hayatlarını kaybedebilmektedirler (Altınağaç vd., 2004).

Yapılan bu çalışmada, deniz patlicanı avcılığı ile uğraşan balıkçıların karşılaştığı sorunların çözüm önerileri balıkçılar ile yerinde yapılan anket çalışması ile incelenmiştir. Deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların sosyo ekonomik yapıları ile ilgili ülkemizde herhangi bir çalışma olmadığından dolayı çalışmanın, başka bir çalışma ile karşılaştırması yapılamamıştır. Ancak Kuzey Ege bölgesinde Doğan ve Gönülal (2011) tarafından Gökçeada'da ve Ege denizini kapsayan Gökçeada balıkçıların sosyo ekonomik yapıları hakkında yapılan çalışma ile çalışmamız karşılaştırılabilir. Doğan ve Gönülal

(2011) tarafından yapılan çalışmada balıkçıların yaşları 28–63 arasında belirtilirken, deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların/dalıcıların yaş aralığının ise 18-50 arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada balıkçıların eğitim durumları incelendiğinde Gökçeada (Kuzey Ege) balıkçıların okur-yazar olduğu ve % 54,2'sinin ilköğretim, % 29,2'sinin lise ve % 16,7'sinin de üniversite mezunu oldukları bildirilmiştir. Okur yazarlık durumu açısından bu çalışmanın sonuçlarının çalışmamızdaki deniz patlicanı avcılığı yapan dalıcılar ile benzer (%57'si ortaöğretim, %19'u lise ve %10'u üniversite mezunu) olduğu görülmektedir. Yine benzer olarak Gökçeada balıkçıların % 91,7'sinin kendisine ait evinin bulunduğu Doğan ve Gönülal (2011) tarafından ifade edilirken, deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların %95'inin de kendine ait veya miras yolu ile evinin olduğu görülmüştür.

Günümüz ekonomik koşullarında çalışanların yaşamlarında önemli rol oynayan sosyal güvenlik durumları incelendiğinde, Doğan ve Gönülal (2011) yaptıkları çalışmada Kuzey Ege balıkçıların %62,5'inin sosyal güvencesinin olduğunu belirtmişlerdir. Sosyal güvence açısından bu değer çalışmamız ile karşılaştırıldığında, bu değer % 3 olarak oldukça düşük bir oranda kaldığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, ülkemizdeki balıkçıların büyük bir kısmı, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun Ek-5 maddesine göre isteğe bağlı sigorta primi yatırmakla birlikte, deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçılar ise, sadece Genel Sağlık Sigortası ile çalışmaktadırlar. Bu çalışma sonucunda görüldüğü gibi deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların büyük bir bölümünün herhangi bir sosyal güvencesi olmadığı ve bir an önce balıkçıların öncelikli olarak sosyal güvence altına alınması gerekliliği de ortaya çıkmaktadır.

Anket çalışması sonucunda avcılık yapan dalıcıların asıl geçim kaynağı olarak balıkçılığı meslek haline getirmiş oldukları belirlenmiştir. Ancak balıkçılık ve dalgıçlık hakkında hiçbir ciddi eğitim almayan balıkçıların, geçimlerini sağlayabilmek için sağlıklarını tehlikeye atmak uğruna daha çok dalış ve dip zamanı ile avcılık yaptıkları, dekomprasyon tabloları ve dalış saati limitlerini göz ardı ettikleri görülmüştür.

Yapılan anket değerlendirmesi sonucunda deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların hepsinin kooperatife üye olmadıkları tespit edilmiştir. Bunun nedenlerini ise; kooperatiflerin kendilerine katkı sağlamadıklarını, topladıkları ürünleri kendileri pazarladıkları için böyle bir yapılanmaya ihtiyaç duymadıkları olarak belirtmişlerdir.

Anket çalışmasına katılan balıkçıların hepsinde, mesleki memnuniyeti bulunduğu görülmekle birlikte, bunun altında yatan ana sebebin deniz patlicanı avcılığı ile elde edilen gelirin, diğer iş kollarına göre daha fazla getirisi olduğundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Deniz patlicanı avlayan balıkçıların denizde avlanma gün sayısı 30-240 gün arası olup, hava şartları durumlarına göre 108 gün avcılık yapılabildiğinden dolayı ortalama olarak bir balıkçı eline ayda 5.000TL/ay ücret geçtiğini belirtmiştir.

Ülkemizde üreme dönemleri 1 Haziran–31 Ekim tarihleri arasında olduğundan dolayı, deniz patlicanı avcılığı yasaklanmıştır (Anonim, 2016). Ticari olarak avlanılan türlerin avlanmasına ilişkin bir yasaklama getirilmesi populasyonun devamı için çok önemli bir karar olmasına rağmen, ancak av sezonunda yaklaşık 250'den fazla dalış yapmak suretiyle avcılık yapan balıkçılar düşünüldüğünde, ekolojik sistemde bu türlerin yakın gelecekte populasyonlarının tehlikede olabileceğini belirtmek yerinde bir saptama olacaktır. Toplama yöntemi ile Profesyonel dalış belgesi olmayan kişilerin avlanması yasak olan zamanlarda “yasadışı avcılık” ile avcılık yapan balıkçı sayısının artması halinde stoğun yıpranma sürecine girebileceği unutulmamalıdır. Deniz patlicanı avcılığında, stok tespiti yapılmadan av saha ve zaman kısıtlaması ile bu tür avcılık ile sürekliliğin sağlanması mümkün görülmemektedir. Özellikle insan besini olarak kullanılan deniz patlicanının kontrolsüz ve avlanabilir boyu bilinmeden yapılan avcılık ekolojik dengenin deniz patlicanının aleyhine bozulmasına ve türün stoklarının azalmasına sebep olacağı aşıkardır.

Ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Koruma Genel Müdürlüğü tarafından, 4/1 numaralı; Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığı'nı düzenleyen tebliğe göre, deniz patlicanı avcılığının yalnızca dalma yöntemi ile yapılmasına izin verilmiştir (Anonim, 2016). Türkiye de deniz patlicanı avcılığı, yalnızca dalma yöntemi ile yapılabileceğinden avcılık yapanların 02.09.1997 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği kapsamında “Bireysel Su Ürünleri Dalgıç” belgesine sahip olmaları zorunludur (Anonim, 1997).

Bilindiği gibi ülkemizde deniz patlıcanı avcılığı ihracata yönelik olarak yapılmaktadır. İhraç ürünü olarak talep edilen deniz patlıcanı avcılığında, ticari tebliğ kapsamında uygulanmakta olan 5 aylık (Haziran-Ekim) zaman yasağı dışında koruyucu ve sınırlandırıcı önlemlerin bulunmamasının türün doğal stoklarının rasyonel kullanımını engellediği düşünülmektedir. Türkiye karasularındaki deniz patlıcanının tür tayin anahtarı niteliğinde ve biyolojisi konusunda daha detaylı bir çalışma yapılması gerekmektedir (Aydın, 2016).

Artan deniz patlıcanı ihracatı ile artış gösteren avcılık faaliyetleri ve uygun olmayan yasaklı zamanlarda yumurtalı bireylerin avlanmasıyla diğer canlılarda olduğu gibi gelecekte bu türlerin nesli tükenme tehlikesi altında olabileceği söylenebilir. Halen geçerli olan su ürünleri tebliğ kapsamındaki uygulamalar ile toplama yöntemiyle avcılığın devam etmesi halinde gelecekte deniz patlıcanı stoklarının ciddi zararlar göreceği açıktır. Bu nedenle deniz patlıcanı avcılığı ile ilgili olarak, farklı coğrafi alanlardaki biyolojik özelliklerinin ve üreme zamanlarının tespit edilmesi, av yasaklarındaki sınırlandırmanın elde edilecek bölgesel ve mevsimsel veriler ışığında belirlenmesi, avcılıkta avlanma alt sınırının tespit edilmesi, avcılık sonrasında elde edilen ürünlerde ve ihracat analizleri için alınan numunelerde belirlenecek av boyunun aranması, avcılığa izin verilen bölgelerde dönemsel nadas uygulamasının gerçekleştirilmesi gibi koruyucu önlemlerin alınmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, stoklar üzerindeki av baskısını azaltacak imkanlarının araştırılması, bu yöndeki projelerin desteklenmesi ve teşvik edilmesinin faydalı olacağı önerilmektedir.

Sonuç olarak, yapılacak araştırmalar ile belirlenecek olan deniz patlıcanı türlerinin av boyu ve avlanma mevsimi ile ilgili elde edilen sonuçlar ve önerilen düzenlemeler ışığında, ihracat amacıyla avcılığı yapılan deniz patlıcanlarının av boyunun yapılacak bilimsel araştırmalarla belirlenerek avlanma büyüklüğünde ve doğru dönemlerde toplanması, türlerin korunması, sürdürülebilir avcılığının sağlanması ve ülkemiz ekonomisine sürekli katkı sağlaması bakımından son derece önemlidir. Ülkemizde deniz patlıcanı üretiminin artırılmasının yanı sıra, balıkçıların yüksek yaşam standartlarına erişebilmesinin eğitim ile mümkün olabileceği görülmektedir. Gerekli olan eğitimlerin, balıkçılara kurs veya seminerler gibi çalışmalarla verilmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen tüm patlıcan avcılığı yapan balıkçılara teşekkürü bir borç biliriz

KAYNAKLAR

- Anonim, (1997). Profesyonel Sualtıadamları Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 02.09.1997 Resmî Gazete Sayısı: 23098.
- Anonim, (2016). 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2016/35). Resmi Gazete Tarihi: 13.08.2016 ve Sayısı: 29800.
- Anonim, (2017a). Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1970 ve 2017 Yılları Arasında Ölçülen Deniz Suyu Sıcaklıklarının İstatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr>. Erişim tarihi: 25.11.2019.
- Anonim, (2017b). EnBa Çevre Tek. Müh. ve İnş. San. Tic. Ltd. Şti. Su Ürünleri İşleme Tesisi Projesi ÇED Yönetmeliği Ek IV Proje Tanıtım Dosyası, İzmir.
- Anonim, (2017c). İzmir Balıkçılığı, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Su Ürünleri Hali Şube Müdürlüğü, İzmir.
- Altınağaç, U., Ayaz, A., & Kara, A. (2004). Farklı boyutlardaki çemberli kaldırma ağları ile deniz salyangozu [*Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)] avcılığı üzerine bir ön çalışma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (3-4), 295-299.
- Aydın, M. (2016). Sea cucumber (Holothuroidea) species of Turkey. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 2(1), 49-58.
- Aydın, M., & Erkan, S. (2015). Identification and some biological characteristics of commercial sea cucumber in the Turkey coast waters. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3(1), 260-265.
- Aydın, M., Gurlek, M., Samyn, Y., Erguden, D., & Turan, C. (2019). First record of the Lessepsian migrant *Holothuria* (*Theolothuria*) *hamata* Pearson, 1913 in the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, 4551(1), 094-100.
- Borrero-Pérez, G., González Wangüemert, M., Marcos, C., & Pérez-Ruzafa, A. (2011). Phylogeography of the Atlanto Mediterranean sea cucumber *Holothuria* (*Holothuria*) *mammata*: the combined effects of historical processes and current oceanographical pattern. *Molecular Ecology*, 20(9), 1964-1975.
- Conand, C. (1990). *The fishery resources of Pacific island countries: Holothurians* (Vol. 272): Food and Agriculture Org.

- Çakli, Ş., Cadun, A., Kişla, D., & Dincer, T. (2004). Determination of quality characteristics of *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788) in Turkish Sea (Aegean Region) depending on sun drying process step used in Turkey. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13(3), 69-78.
- Doğan, K., & Gönülal, O. (2011). Gökçeada (Ege Denizi) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(5), 57-69.
- Fischer, W., Schneider, M. Bauchot., M.L. (1987). *Méditerranée et Mer Noire (Zone de Pêche 37)*. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev.1. (2 volumes).
- González-Wangüemert M., Aydın M., & Conand C. (2014). Assessment of sea cucumber populations from the Aegean Sea (Turkey): First insights to the sustainable management of new fisheries. *Ocean and Coastal Management*, 92, 87-94.
- Köse, S., Tokay, N.M. Baygar, S., Özer, T., Çolakoğlu, N.P.A., & Alçiçek, Z. (2010). Türkiye'deki Su Ürünleri İşleme Sektörünün Durumu Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15.
- Purcell, S.W., Samyn, Y., & Conand, C. (2012). *Commercially Important Sea Cucumbers of the World*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6, Rome.
- Şahin, Ö. (2008). *Antalya Körfezi doğu kıyılarında (Antalya-Gazipaşa) Echinodermata faunasının belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Ana Bilim Dalı, Isparta.
- TUİK, (2017). *TUİK Su Ürünleri İstatistikleri*.
<https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>. Erişim tarihi: 10.10.2019

Ek 1. Ege Deniz’inde deniz patlicanı avcılığı yapan balıkçıların durumunu belirlemek amacıyla hazırlanan 35 soruyu içeren anket formu

EGE DENİZİ’NDE DENİZ PATLICANI (HOLOTHUROİDEA) AVCILIĞI YAPAN BALIKÇILARIN SOSYO-EKONOMİK DURUMU

Doldurulmanızı rica ettiğim bu anket Ege Denizi’nde Deniz Patlicanı (Holothuroidea) Avcılığı Yapan Balıkçıların Sosyo-Ekonomik durumu ortaya koymak amacıyla, balıkçıların görüş ve düşüncelerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Araştırma verileri, yalnızca bilimsel amaçlı kullanılacak olup kişi ve birim isimleri kullanılmayacaktır. Anketleri eksiksiz doldurduğunuz için şimdiden teşekkür ederim.

Öğr.Gör.Mustafa ÇEKİÇ

ANKET SORULARI

1. Yaş 18 Yaş Altı 8-30 30-50 50 Yaş Üstü

2. Dalgıçların Öğrenim Durumları Eğitim Düzeyleri

Okuma Yazma Bilmeyen Okur-Yazar İlkokul Ortaokul Lise Üniversite Mezunu Lisansüstü

3. Medeni Durum Bekar Evli

4. Çocuk Sayısı

5. Hane Halkı Nüfusu

6. Dalgıçlarının Sosyal Güvence Durumları Sigortalı Bağ-Kur Emekli Sandığı Sosyal Güvencesi Yok

7. Dalgıçlık Dışında Başka Bir İşle Uğraşıyor Musunuz? Devlet Memuru Sigortalı İşçi Bağ-Kur Emekli Vasıfsız İşçi Diğer

8. Ev Mülkiyeti Ev Sahibi Kiracı Miras vb

9. Meslekten Memnuniyet Düzeyi Çok İyi İyi Orta Kötü Çok Kötü

10. Mesleği Seçme Nedenleri Sualtını Çok Sevdiğim/Sualtına Merak Duyduğum İçin Deniz Kenarında Bir Yerde Yaşadığım İçin

Dalgıçlığın Yüksek Kazanç Vaat Ettiği İçin Dalgıçlığın İş İmkanı Yüksek Olduğu İçin Askerlikte Dalgıçlık Yapıp Bu Meslekten

Vazgeçemediğim İçin Aile Veya Akraba Yönlendirmesi Nedeniyle Diğer

11. Mesleğe Başlamadan Önce Yapılan Dalış Türleri Serbest Dalış Yapanlar Nargile İle Dalış Yapanlar Scuba Yapanlar

Hem Scuba Hem Serbest Dalış Yapanlar Hem Scuba Hem Serbest Dalış Hem De Nargile İle Dalış Yapanlar

12. Meslekte Geçen Süre 10 Yıldan Uzun Süredir 1-5 Yıl Arasında 5-10 Yıl Arasında 1 Yıldan Daha Kısa Süredir

13. Dalış Yeterlilik Belgesi Alma Durumları Sualtı İle İlgili Bölümlerinden Mezun Olanlar Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu'ndan

Askerlikten Veya Emniyet Hizmetleri Sınıfından Ayrılanlar Liman Başkanlığından Alanlar 2 Yıl Süreyle Aday Dalgıç/Balıkadam

Meb Kurs Ve Balıkadam Sınavına Girerek Alanlar Yurtdışından Aldığı Yeterlik Belgesinin Türkiye Cumhuriyetindeki Eş Değerliğini Alanlar

Yeterlik Belgesi Olmayanlar

Dalgıçların Yeterlik Seviyeleri

Birinci Sınıf Dalgıç

Balıkadam

İkinci Sınıf Dalgıç

Yeterlilik Belgesi Yok

Tssf

14. Çalışma Saatleri günde kaç dalış..... ortalama dip zamanı

15. Dalış Hastalığı Geçirenler, Dekompresyon Hastalığı Hava Embolisi..... Kulak Barotravması

Belirtilmemiş.....

16. Dalgıçların Bir Seferde Topladıkları Deniz Patcanı Miktarı..... Kg

17. Aylık Gelir Düzeyi 7000 TL'nin Yukarısı 5000-7000 TL Arasında 3000-5000 TL 2000-3000 TL 2000 TL'den Az

18. Avlanma Yapılan Teknede Durumu Dalgıçların Gelirleri Elde Etme Türleri

İş Sahibi Ortak Çalışan Ücretli Yevmiye

19. Dalgıçların, Kullandıkları Kredi Var mı? Donanım Kredisi, İşletme Kredisi Hiçbir Şekilde Kredi Kullanmadım

20. Dalış Yapılan Teknelerin Mülkiyeti Tekne Cinsi.....Yaşı..... Özellikleri.....

21. Dalgıçların Kullandıkları Teknelerin Motor GücüBeygir,

22. Teknelerde Kullandıkları Aletler Pusula Telsiz Sonar Vb.....

23. Kompresör Alçak Basınç Pistonlu Hava KompresörleriIt/dk

24. Kompresör Yağı Bitkisel Sentetik

25. En Son Ne Zaman Yaş Değişimi Yapıldı.....

26. Filtre Ve Seperatörler

Komp Emiş Filtre Var Yok

Komp. Çıkış Filtre Var Yok

Basınçlı Hat Filtreleri Var Yok

Kompresör Filtre Kartuşu Var Yok

3'ü Filtre Sistemleri (Ce Belgeli 1 Micron-0,5 Ppm, 0,1 Micron-0,01 Ppm , 0,008 Ppm Değerlerine Sahip 3 Lü Filtre) Var Yok

27. Hava Tankı/Bankı/ŞtandrolarAdet Kapasite.....lt Çalışma Basıncı

CE Belgesi Var Yok TÜV Onaylı Emniyet Valfi Manometre Ve Su Tahliyesi Var Yok

28. Nargile Sistemi/Takımı Akvaryum Hava Hortumu Yumuşak Silikonlu

Harness (Dalış Emniyet Kemer) Var Yok

Can Halatı Var Yok

Yüzer Hortum Tek Parça Çoklu Parça

29. Scuba Dalış Ekipmanları

Dalış TüpüAdet,.....It

BCDAdet

Regülâtör, Ahtapot, 2 Li KonsolAdet

Maske, Palet, ŞnorkelAdet

Dalış ElbiseAdet

Elbise Kuru Tip Islak Tip

Elbisenin Genel Durumu İyi Kötü

30. Güvenlik

Saf Medikal Oksijen Tüpü Ve Rezervuarlı Maske Var Yok

İlkyardım Çantası Var Yok

Baret, Can Yeleği, Çelik Burunlu İş Ayakabısı Ve İş Gözlüğü Var Yok

İlkyardım Eğitimi Var Yok

- 31.Kullanılan Dekomprasyon Tabloları USA NAVY PADI BÜHLMANN/HAHN DECO2000 Diğer.....
- 32.Kullanılan Dekomprasyon Dalış Saatleri Var Yok
- 33.Dekomprasyon Limitlerine Uyuma Durumu
- 34.Sualtı Hekimi veya Hiperbarik Merkezi İle Anlaşma Var mı?
- 35.Dalgıçların Deniz Patlicanı İle İlgili Görüşleri ve Sorunları

Fluoride Levels in Drinking Water and Assessment of Water Quality in Terms of Teeth Health in a Significant Watershed in Thrace Region

Cem TOKATLI^{1*}, Şirin GÜNER²

¹Trakya University, Ipsala Vocational School, Department of Laboratory Technology, İpsala-Edirne, Turkey

²Trakya University, Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Edirne, Turkey

*Corresponding author: tokatlicem@gmail.com

Research Article

Received 07 November 2019; Accepted 21 April 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Tokatlı, C., & Güner, G. (2020). Fluoride levels in drinking water and assessment of water quality in terms of teeth health in a significant watershed in thrace region. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 238-245. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.644087>

Abstract

This study was carried out to determine the fluoride levels in the drinking water of Ergene River Basin, which is known as the lifeblood of the Thrace Region and one of the most contaminated river basins in Turkey. Drinking water samples were collected from 30 stations including residential areas located in the Ergene River Basin in dry (summer) season of 2018. Fluoride levels of water samples were determined by using a spectrophotometer and Cluster Analysis (CA) was applied to detected fluoride data to classify the investigated residential areas according to fluoride contents. Geographic Information System (GIS) was also used to make a visual explanation by presenting a distribution map of fluoride accumulations and also the detected data were evaluated in terms of teeth health of local people, who constantly drinks this water. According to detected data, the fluoride accumulations in drinking water of Ergene River Basin were determined between 0.246 ppm (Velimeşe Village) – 1.460 ppm (Bayramlı Village). According to the results of CA, 3 statistically significant clusters were formed as “High Fluoride Cluster”, “Optimum Fluoride Cluster” and “Low Fluoride Cluster”.

Keywords: Ergene River Basin, Fluoride, Drinking water quality, Cluster Analysis, Teeth health

İçme Suyunda Florür Düzeyleri ve Su Kalitesinin Dış Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi: Ergene Nehir Havzası

Özet

Bu çalışma, Trakya Bölgesi'nin en önemli ve Türkiye'nin en kirli nehir havzalarından biri olan Ergene Nehir Havzası içme sularında florür seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ergene Havzası'nda belirlenen 30 istasyondan, 2018 yılı yaz (kurak) sezonunda, içme suyu örnekleri toplandı. Su numunelerindeki florür seviyeleri spektrofotometre kullanılarak belirlendi ve incelenen yerleşim alanlarının florür içeriğine göre sınıflandırılması için tespit edilen verilere Cluster Analizi (CA) uygulandı. Havza içme sularındaki florür birikimlerinin görsel bir özetini sunmak için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılmış ve havza florür dağılım haritası çizilmiştir. Ayrıca edilen veriler sürekli olarak bu suyu içen yöre halkının dış sağlığı açısından da değerlendirilmiştir. Çalışmamız sonuçlarında göre, Ergene Havzası içme suyunda florür birikimleri 0.246 ppm (Velimeşe Köyü) - 1.460 ppm (Bayramlı Köyü) arasında olarak tespit edilmiştir. CA sonuçlarına göre ise, istatistiksel olarak anlamlı 3 küme tespit edilmiş ve bunlar “Yüksek Florür Kümesi”, “Optimum Florür Kümesi” ve “Düşük Florür Kümesi” olarak isimlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ergene Nehri Havzası, Florür, İçme suyu kalitesi, Kümeleme Analizi, Dış sağlığı

INTRODUCTION

Fluorine is one of the most reactive and electronegative element which has a strong tendency to obtain a negative charge and in solution forms F⁻ ions. Fluorine in the environment is present as fluorides which represent about 0.06–0.09 percent of the earth's crust. Fluoride ions have the same charge and nearly the same radius as hydroxide ions and can take place of each other in mineral structures (Fawell et al., 2006). Fluoride forms mineral complexes with many cations and some less common mineral species of low solubility consist of fluoride. Fluoride in the environment is found in the atmosphere, soil, and water. It gets into the soil through dissolving rocks, precipitation, or waste runoff. Fluorides present at important levels in a broad variety of minerals, including fluorspar, rock phosphate, cryolite, apatite, and others (Murray, 1986). Fluorite (CaF₂) is a common fluoride mineral of low solubility existing in both fused and sedimentary rocks. Fluoride is generally related to volcanic

activity and fumarolic gases. Thermal waters, particularly the ones with high pH, also contain a lot of fluorides (Edmunds and Smedley, 1996).

Groundwater is mostly affected by fluoride accumulation through its association with the geologic substrate (Jha et al., 2011). High-fluoride regions occur in areas governed by crystalline basement rocks, alkaline volcanic rocks with associated geothermal activity, and sedimentary formations that consist of fluorapatite or fluoride-enriched clay minerals. The fluoride content of most rocks ranges from 100 to 1,300 mg/kg (Faure, 1991) and soil concentrations usually change between 20 and 500 mg/kg (Edmunds and Walton, 1983). However, much higher concentrations (>1,000 g/kg) can exist in soils that are derived from rocks with high fluorine contents (Cronin et al., 2003) or in soils affected by anthropogenic inputs, such as phosphate fertilizers (Kabata-Pendias and Pendias, 2001) and industrial contamination (Cronin et al., 2000). Surface waters generally do not contain more than 0.3 mg/L of fluoride unless they are polluted from external sources (Meenakshi et al., 2004) and fluoride is one of the very few chemicals that has been shown to cause significant effects in people through drinking-water (Fawell et al., 2006).

Human exposure to fluoride may occur from natural (drinking water) or industrial (fluoride emission) sources (Güner et al., 2016). The presence of fluoride in drinking water is a worldwide issue of concern since it has a considerable effect on human health (Ayenew, 2008). Drinking water with excess fluoride levels may result in fluorosis that is an important public health problem in many countries that lie in the geographical fluoride belt that extends from Turkey to China (Aoba and Fejerskov, 2002; Güner et al., 2016). When fluoride is ingested for a prolonged period, it accumulates mainly in calcifying tissues such as bone, cartilage, and dental tissues (Guissouma et al., 2007). Chronic ingestion of fluoride may result in dental fluorosis which is characterized by mottled teeth when the fluoride level in drinking water exceeds the optimal level (Sezgin et al., 2018; Buzalaf, 2018). Children are more susceptible to dental fluorosis during tooth development and drinking water with excess fluoride levels may result with different degrees of tooth mottling since pathological changes in dental fluorosis are time and dose-dependent (Buzalaf, 2018).

In addition to the intensive agricultural activities carried out in the Ergene River Basin, water pollution caused by industrial use is one of the important problems of the region. Ergene River is located in the Thrace region of Turkey and it is one of the most important river basins of this region. Ergene River, which has more than a thousand industrial enterprises in its basin, is known to be exposed to serious pollution due to rapid urbanization and industrialization. It is one of the most important branches of the Meriç River, which is the most important irrigation water source of the region (DSİ, 1997; Tokatlı and Başatlı, 2016; Tokatlı, 2017; 2018). This study aimed to determine the fluoride accumulations in the drinking water of Ergene River Basin and evaluate the detected data in terms of teeth health of local people.

MATERIALS and METHODS

Study Area and Collection of Samples

Drinking water samples were collected in dry (summer) season of 2018 from 30 stations from the drill fountains of the villages located in the Ergene River Basin. Drinking water samples were then collected at the outflow of drill pump in polyethylene bottles. Coordinate information, station codes, and localities of selected stations are given in Table 1. The map of Ergene River Basin and the selected stations are given in Figure 1.

Table 1. Location properties of selected stations

Station Code	Location	Coordinate		Station Code	Location	Coordinate	
		North	East			North	East
S1	Muratlı	41.17275	27.49570	S16	Karakavak	41.32615	27.07046
S2	Sarılar	41.14440	27.66180	S17	Kadriye	41.34883	26.99870
S3	Çorlu	41.15593	27.81326	S18	Çerkezmüsellim	41.27186	27.02568
S4	Velimeşe	41.24793	27.88046	S19	Hayrabolu	41.21345	27.10629
S5	Çerkezköy	41.28212	28.00176	S20	Pehlivanköy	41.34710	26.92391
S6	Saray	41.44099	27.92175	S21	Danişment	41.30453	26.90137
S7	Karlı	41.36929	27.86502	S22	Çöpköy	41.21846	26.82429
S8	Marmaracık	41.20692	27.75227	S23	Bayramlı	41.30688	26.82262
S9	Vakıflar	41.26342	27.64992	S24	Uzunköprü	41.26693	26.68699
S10	Karamusul	41.30349	27.44734	S25	Salarlı	41.22682	26.62626
S11	Müsellim	41.34041	27.37037	S26	Kurtbey	41.14380	26.57977
S12	Düğüncübaşı	41.33248	27.27715	S27	Yenicegörece	41.13088	26.46713
S13	Lüleburgaz	41.40263	27.36572	S28	Meriç	41.19106	26.41824
S14	Babaeski	41.43123	27.09134	S29	Adasarhanlı	41.08398	26.35818
S15	Alpullu	41.37195	27.14307	S30	İpsala	40.92896	26.39274

Chemical Analysis

Fluoride parameter was determined by using the spectrophotometric method during the laboratory studies with a “Hach Lange DR 3900 Spectrophotometer” device (wavelength range 320 – 1100 nm). Cuvette Test LCK 323 was used in spectral photometer. This method provides fluoride ions to react with zirconium to form a colorless zirconium fluoride complex. This causes the red zirconium lake which is present to lose color (<https://tr.hach.com/>).

Statistical Analysis and GIS Maps

Cluster Analysis (CA) was applied to detected data to classify the investigated villages according to fluoride levels by using the “PAST” statistical package program. The distribution map (GIS Map) of the fluoride parameter was made by using the “MapInfo” package program.

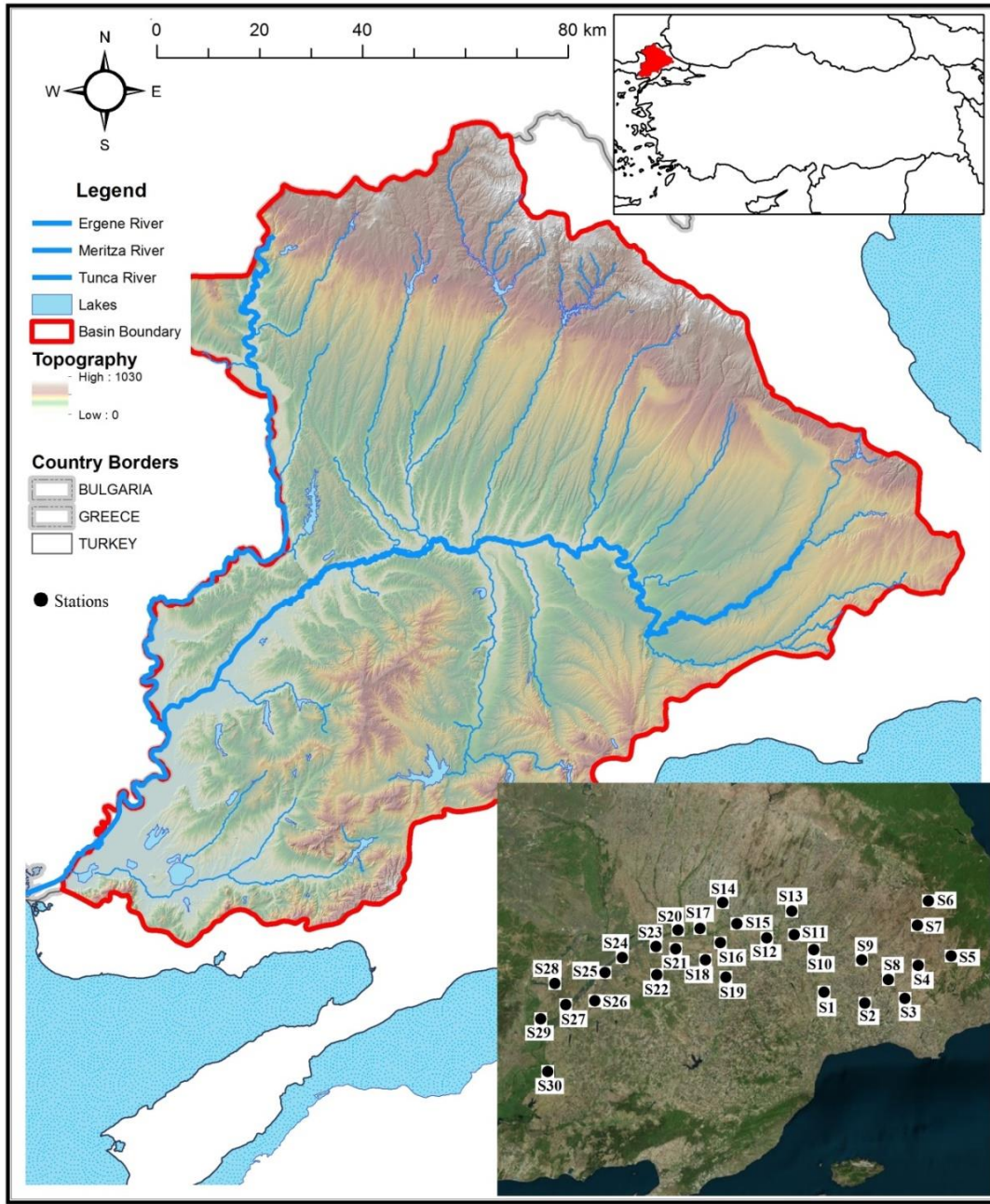


Figure 1. Map of Ergene River Basin and selected stations

RESULTS and DISCUSSION

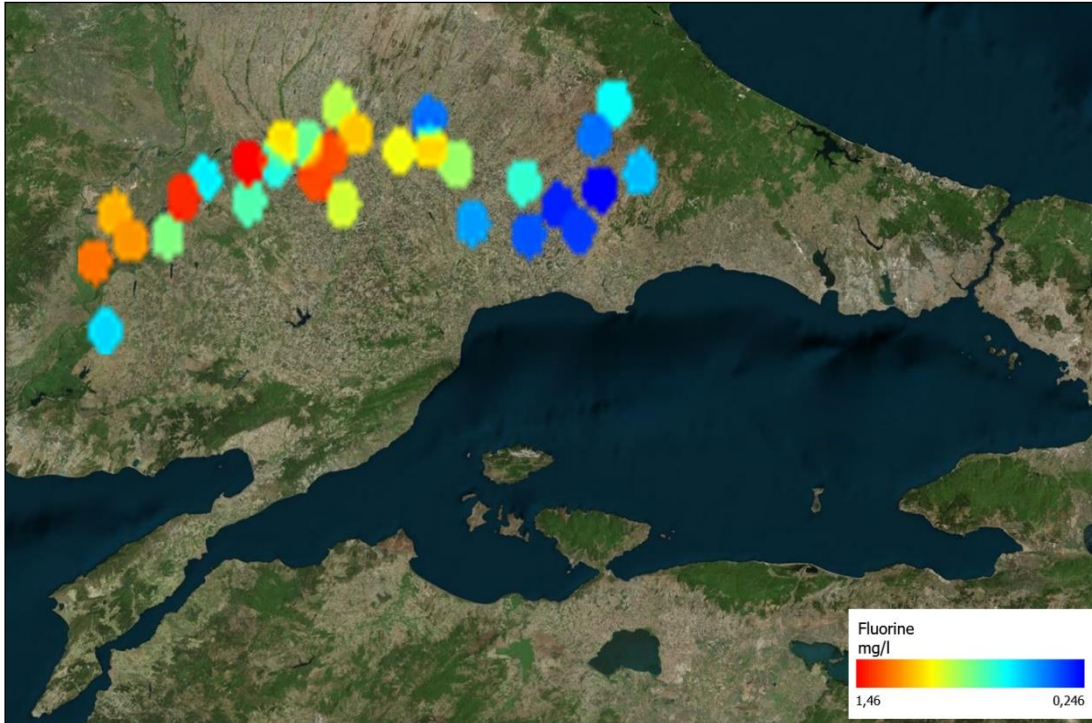
Results of investigated fluoride parameter in Ergene River Basin with a minimum, maximum and mean values and some national and international water quality standards are given in Table 2. The distribution map of fluoride levels in drinking water of the basin is given in Figure 2.

According to the result of this study, although fluoride accumulations recorded in some villages of Ergene River Basin (especially in Bayramlı and Salarlı Villages) were determined as quite high levels, fluoride levels in the drinking water resources of the basin have been found to be in the range of human consumption standards specified by Turkish Standards Institute (TS266, 2005), European Communities (EC, 2007) and World Health Organization (WHO, 2011), in general. It was also determined that Ergene River Basin has I. – II. Class water quality in terms of fluoride parameter, according to the Water Pollution Control Regulation criteria in Turkey (SKKY, 2015).

Table 2. Results of detected data and some limit values

Limit Values and the Results of Present Study		F ⁻ (mg/L)
Water Quality Classes (SKKY, 2015)	I. Class (Very Clean)	1
	II. Class (Less Contaminated)	1.5
	III. Class (Much Contaminated)	2
	IV. Class (Extremely Contaminated)	>2
Drinking Water Standards	TS266 (2005)	1.5
	EC (2007)	1.5
	WHO (2011)	1.5
	Minimum	0.246
	Maximum	1.460
Ergene River Basin	Mean	0.494
	SD	0.275

TS266 – Turkish Standards Institute; EC – European Communities;
WHO – World Health Organization

**Figure 2.** Fluoride distribution map of Ergene River Basin

The diagram of Cluster Analysis (CA) calculated by using fluoride levels of villages located in the Ergene River Basin is given in Figure 3. According to results of CA, 3 statistically significant clusters were formed: Cluster 1 named as “High Fluoride Cluster” with higher fluoride accumulations corresponded to Bayramlı and Salarlı villages; Cluster 2 named as “Optimum Fluoride Cluster” with optimum fluoride accumulations corresponded to Müsellim, Pehlivanköy, Alpullu, Yenicegörece, Meriç, Karakavak, Çerkezmüsellim, and Adasarhanlı Villages; Cluster 3 named as “Low Fluoride Cluster” with lower fluoride accumulations corresponded Çerkezköy, Saray, Danişment, Vakıflar, Uzunköprü, İpsala, Kadriye, Çöpköy, Karamusul, Babaeski, Hayrabolu, Dügüncüba, Kurtbey, Çorlu, Velimeşe, Marmaracık, Sarılar, Karlı, Lüleburgaz, and Muratlı Villages.

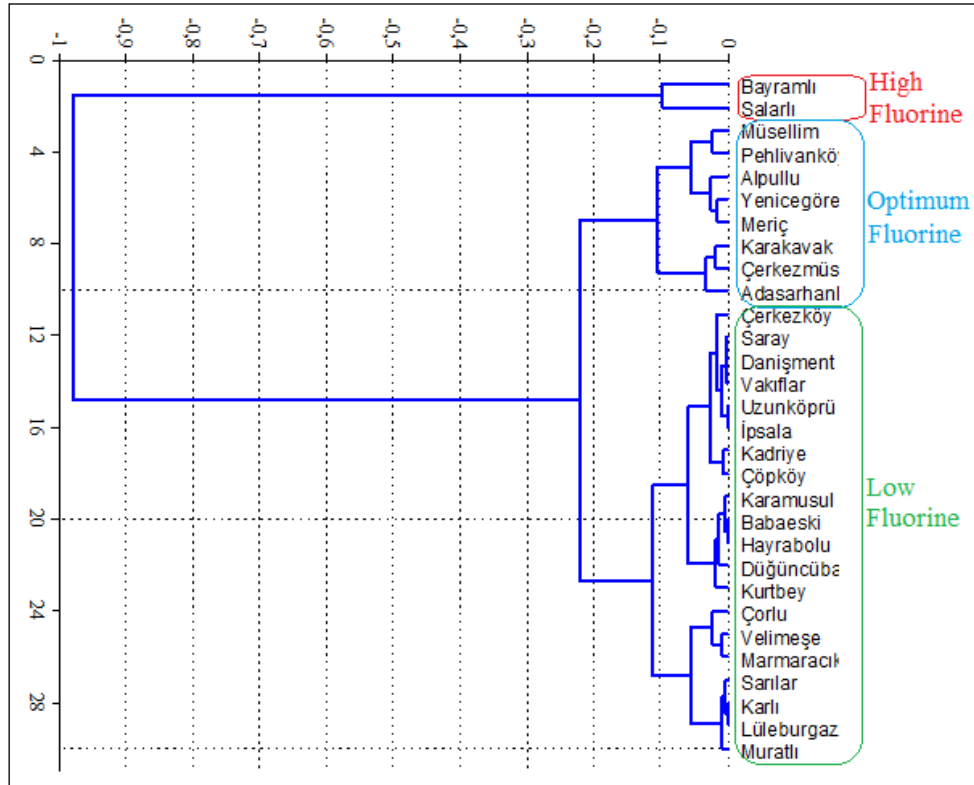


Figure 3. Diagram of CA

Groundwater plays such an essential role in the existence of human population therefore its availability and safety has become an issue of concern across the globe (Howard et al., 2006). It is the main source of drinking water and there are many contaminants in groundwater which may have an adverse effect on human health (Villholth et al., 2010). Among these contaminants, nitrate and fluoride are the more widespread. Drinking water is a direct source of fluoride exposure and depending on the concentration and daily consumption, it can be either beneficial or detrimental on human health (Ayoob and Gupta, 2006). Drinking water with optimal fluoride levels has a preventive effect on dental caries. Recommended and permitted level of fluoride in drinking water for preventing dental caries ranges from 0.7 to 1.2 mg/L. In this range of limit, fluoride provides protection against dental caries in children besides minimizing risk of dental fluorosis (Iheozor-Ejiofor et al., 2013; O'Mullane et al., 2016). However, health may be adversely affected if excessive amounts are ingested through drinking water. Exposure to fluoride concentrations more than the optimal level may result in fluorosis (Ayoob and Gupta, 2006; Güner et al., 2016; Sezgin et al., 2018).

Endemic fluorosis that is related to high fluoride levels in drinking water has been observed in some regions of Turkey for more than 50 years. Surface and groundwater samples had fluoride concentrations between 1.5 and 13.70 ppm in different areas in Turkey. High levels of fluoride were mostly associated with geochemical formations. Most severe dental and skeletal fluorosis cases were reported in villages around Tendurek Volcano where high levels of fluoride were found in drinking water. There were other regions like Isparta city center, Kizilcaoren village, Gullu village, and 45 villages of Dogubeyazit region, where different degrees of dental and skeletal fluorosis were observed. Most of these areas have been supplied with drinking water containing fewer fluoride concentrations, in recent decades (Oruç, 2008).

In a recent study, which was performed in Edirne region, Havsa and Suloglu towns were evaluated in terms of oral health. The prevalence of dental caries and dental fluorosis in children was investigated. According to the results of this study, it was found that dental caries levels were lower in the optimal fluoride area (0.703 ppm in Havsa District) than below-optimal fluoride area (0.357 ppm in Süloğlu District). Furthermore, it was indicated that optimal fluoride concentrations may have a positive effect on reducing dental caries among children in that study population (Güner et al., 2017).

In another study, Onur et al. (2019) investigated fluoride levels in drinking water in 3 districts of Edirne and assessed children in terms of oral health and dental fluorosis. According to the fluoride levels in drinking water, the region was divided into 3 groups; group 1: <0.5 ppm, group 2: 0.5-1.2 ppm, and group 3: 2.39 ppm. It was reported that an increase in fluoride level in drinking water increased the severity of dental fluorosis. Children living in the area with high fluoride concentration in drinking had less dental caries on their permanent teeth and high dental fluorosis scores compared to children living in areas with low and optimal fluoride concentrations in drinking water.

In this study, the concentrations of fluoride range from 0.246 to 1.46 mg/L with a mean of 0.46 mg/L. It was found that samples from Optimum Fluoride Cluster which consist of 8 villages have fluoride concentrations within the recommended limits. In this area, these concentrations may have a positive effect on reducing dental caries among children. Whereas samples from Bayramlı and Salarlı villages from “High Fluoride” Cluster slightly exceed the permissible limits (1.46 and 1.36 mg/L), respectively. These fluoride concentrations in drinking water may reduce the incidence of dental caries. However, the risk of dental [fluorosis](#) may increase in children living in this area. Therefore, improvement of fluoride levels in drinking water in High Fluoride Cluster is important to avoid possible health effects like dental fluorosis.

These findings in the present study can provide a real insight into drinking water safety at Ergene River Basin but further investigation is still needed. Residents living in this area should be evaluated in terms of tooth decay and dental fluorosis.

Acknowledgements: The author would like to thank for the financial and technical supports supplied by Trakya University, Turkey. This investigation has been supported by the project numbered as 2017/211 accepted by Trakya University, Commission of Scientific Research Projects. Also the authors would like to thank Environmental Engineer Alper Uğurluoğlu for his contributions on this manuscript.

REFERENCES

- Aoba, T., & Fejerskov, O. (2002). Dental fluorosis: Chemistry and biology. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 13 (2), 155–170.
- Aynew, T. (2008). The distribution and hydrogeological controls of fluoride in the groundwater of central Ethiopian rift and adjacent highlands. *Environmental Geology*, 54 (6), 1313-1324.
- Ayoob, S., & Gupta, A. K. (2006). Fluoride in drinking water: a review on the status and stress effects. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36 (6), 433-487.
- Buzalaf, M. A. R. (2018). Review of fluoride intake and appropriateness of current guidelines. *Advances in Dental Research*, 29 (2), 157-166.
- Cronin, S. J., Manoharan, V., Hedley, M. J., & Loganathan, P. (2000). Fluoride: a review of its fate, bioavailability, and risks of fluorosis in grazed-pasture systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43, 295–321.
- Cronin, S. J., Neall, V. E., Lecointre, J. A., Hedley, M. J., & Loganathan, P. (2003). Environmental hazards of fluoride in volcanic ash: a case study from Ruapehu Volcano, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 121, 295–321.
- DSİ (State Water Works) (1997). *Ergene Nehri Kirliliği Değerlendirme Raporu*. Türkiye Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- EC (European Communities) (2007). *European Communities (drinking water) (no. 2), Regulations 2007, S.I. No. 278 of 2007*.
- Edmunds, W. M., & Walton, N. (1983). The Lincolnshire limestone—hydrogeochemical evolution over a ten-year period. *Journal of Hydrology*, 61(1–3), 201–211.
- Edmunds, W. M., & Smedley, P. L. (1996). *Groundwater geochemistry and health: an overview*. Environmental Geochemistry and Health, British Geological Society special publication, no: 113, pp. 91-105.
- Faure, G. (1991). *Principles and applications of inorganic geochemistry*. Macmillan Publication Co., New York, pp. 626.
- Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., & Magara, Y. (2006). *Fluoride in drinking-water*. IWA publishing.
- Guissouma, W., Hakami, O., Al-Rajab, A. J., & Tarhouni, J. (2017). Risk assessment of fluoride exposure in drinking water of Tunisia. *Chemosphere*, 177, 102-108
- Güner, Ş., Haznedaroğlu, E., Sezgin, B. I., Okutan, A. E., & Menteş, A. (2017). Prevalence of dental caries and fluorosis in two towns of Edirne, Turkey. *Caries Research*, 51, 290–385.

- Güner, Ş., Uyar-Bozkurt, S., Haznedaroğlu, E., & Menteş, A. (2016). Dental fluorosis and catalase immunoreactivity of the brain tissues in rats exposed to high fluoride pre-and postnatally. *Biological Trace Element Research*, 174 (1), 150-157.
- Howard, G. J. B., Pedley, S., Schmoll, O., Chorus, I., & Berger, P. (2006). *Groundwater and public health*. IWA Publishing, London.
- Iheozor-Ejiofor, Z., O'Malley, L. A., Glenny, A. M., Macey, R., Alam, R., Tugwell, P., Walsh, T., Welch, V., & Worthington, H. V. (2013). Water fluoridation for the prevention of dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 12. Art. No.: CD010856.
- Jha, S. K., Mishra, V. K., Sharma, D. K., & Damodaran, T. (2011). Fluoride in the environment and its metabolism in humans. *In Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 211, 121-142.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Boca Raton, FL, 3rd edition, pp. 413.
- Meenakshi, Garg, V. K., Kavita, Renuka, & Malik, A. (2004). Ground water quality in some villages of Haryana, India: focus on fluoride and fluorosis. *Journal of Hazardous Materials*, 106, 85-97.
- Murray, J. J. (1986). *Appropriate use of fluorides for human health*. World Health Organization, Geneva.
- O'Mullane, D. M., Baez, R. J., Jones, S., Lennon, M. A., Petersen, P. E., & Rugg-Gunn, A. J. (2016). Whelton H, Whitford GM. Fluoride and oral health. *Community Dental Health*, 33 (2), 69-99.
- Onur, Ş. G., Sezgin, B. I., Tokatlı, C., Haznedaroğlu, E., Okutan, A. E., İldeş, G. Ç., Kalaoğlu, E. E., Yazıcı, B., & Menteş, A. (2019). Prevalence of dental fluorosis and dental caries in 3 districts of Edirne with different water fluoride levels. *Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 219-223.
- Oruc, N. (2008). Occurrence and problems of high fluoride waters in Turkey: an overview. *Environmental Geochemistry and Health*, 30, 315-323.
- Sezgin, B. I., Onur, Ş. G., Menteş, A., Okutan, A. E., Haznedaroğlu, E., & Vieira, A. R. (2018). Two-fold excess of fluoride in the drinking water has no obvious health effects other than dental fluorosis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 216-222.
- SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) (2015). *Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih 15 Nisan 2015, Resmi Gazete No: 29327.
- Tokatlı, C., & Başatlı, Y. (2016). Trace and toxic element levels in river sediments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(4), 1715-1720.
- Tokatlı, C. (2017). Bio – ecological and statistical risk assessment of toxic metals in sediments of a worldwide important wetland: Gala Lake National Park (Turkey). *Archives of Environmental Protection*, 43 (1), 34-47.
- Tokatlı, C. (2018). Essential and toxic element bioaccumulations in fishes of Gala and Siğirci Lakes (Meriç River Delta, Turkey). *Acta Alimentaria*, 47(4), 470-478.
- TS 266 (Türk Standartları Enstitüsü) (2005). *Sular-İnsani tüketim amaçlı sular*. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 13.060.20.
- Villholth, K. G., & Rajasooriyar, L. D. (2010). Groundwater resources and management challenges in Sri Lanka—an overview. *Water Resources Management*, 24 (8), 1489-1513.
- WHO (World Health Organization) (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality*. World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data, NLM classification: WA 675.

Seasonal Distribution of Rotifera Compositions and Abundance in Kayalıköy Reservoir (Kırklareli/Turkey)

Hüseyin GÜHER*^{ID}, Burak ÖTERLER^{ID}

Trakya University Faculty of Science, Department of Biology, 22030, Edirne, Turkey

*Corresponding author: huseying@trakya.edu.tr

Research Article

Received 05 December 2019; Accepted 13 January 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Güher, H., & Öterler, B. (2020). Seasonal distribution of Rotifera compositions and abundance in Kayalıköy reservoir (Kırklareli/Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 246-256. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.655530>

Abstract

This study was carried out to determine the diversity, abundance seasonal distribution of Rotifera in Kayalıköy reservoir. Rotifera and water samples were collected monthly intervals from May 2018 to April 2019 in three different stations in the reservoir and some environmental parameters were also measured. A total of 40 species from Rotifera were determined in the reservoir. The quantitative evaluation of the Rotifera samples were found an average of 27938 ± 18992 ind/m³ in the Kayalıköy reservoir. The maximum numbers of Rotifera in the reservoir were found in autumn (42966 ind/m³) and at 2nd station (33487 ind/m³), the minimum numbers were recorded in winter (1474 ind/m³) and at 1st stations (24850 ind/m³). The most common species in the reservoir were found *Brachionus quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* and *Filinia longiseta*. According to the water quality standards of Turkey, the water quality of Kayalıköy reservoir was found Class I and A1. When we examined the species identified in the reservoir, the distribution of the individuals that make up the Rotifera fauna and physicochemical parameters as a whole, it has been concluded that Kayalıköy reservoir has water suitable for drinking, agricultural irrigation and aquaculture and it's classified as oligomesotrophic character.

Keywords: Rotifera, species diversity, seasonal distribution, water quality, reservoir

Kayalıköy Baraj Gölü'nün (Kırklareli/Turkey) Rotifera Kompozisyonu, Bolluğu ve Mevsimsel Dağılımı

Özet

Bu araştırma, Kayalıköy baraj gölünün Rotifera tür çeşitliliğini, bolluğunu ve mevsimsel dağılımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Kayalıköy Barajı'nda belirlenen 3 istasyonda Mayıs 2018 ile Nisan 2019 tarihleri arasında Rotifera örnekleri toplanırken bu organizmaları etkileyen bazı çevresel parametreler de ölçülmüştür. Toplanan örneklerin değerlendirilmesi sonucunda 40 Rotifera türü tespit edilirken Kayalıköy Barajı'nda yıllık ortalama 27938 ± 18992 birey/m³ tespit edilmiştir. En fazla birey sonbahar mevsiminde (42966 birey/m³) ve 2. istasyonda (33487 birey/m³); en az birey Kış mevsiminde (1474 birey/m³) ve 1. istasyonda bulunmuştur (24850 birey/m³). Baraj gölünde *Brachionus quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* ve *Filinia longiseta* türleri en yaygın türler olarak tespit edilmiştir. Türkiye su kalite standartlarına göre Kayalıköy Barajı'nın su kalitesi genel olarak I. sınıf ve A1 kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Baraj gölünde tespit edilen Rotifera türlerinin yapısı, dağılımı ve gölde ölçülen çevresel parametreler birlikte değerlendirilmiştir. Gölün oligomesotrofik karakterde ve içme, tarımsal sulama ve su ürünleri yetiştiriciliği için uygun suya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rotifera, tür çeşitliliği, mevsimsel dağılım, su kalitesi, baraj gölü

INTRODUCTION

Reservoirs are considered favorable environments to the development of zooplankton communities, which may establish diverted assemblages in relatively short periods after impoundment (Rocha et al., 1999). Zooplankton assemblage of an in a reservoir is commonly constituted by Protozoa, Rotifera, Copepoda and Cladocera (Rocha et al., 1999). Diversity and abundance of this assemblage were changing depending on from reservoir to reservoir, environmental factors, physical, chemical, and biological factors and aquatic macrophytes structure. The species composition, distribution, diversity, and relative abundance of zooplankton of a reservoir could have a significant impact on fisheries and public health of the reservoir and its users.

Reservoir differs from natural lakes due to high external nutrient input, large drainage basin, water level changes, and human activity (Thornton et al., 1990). Freshwater pollution is a matter of serious global concern today and unfortunately our water resources continue to be more polluted day by day (Strobl and Robillard, 2008).

Rotifers are one of the most important components in zooplankton community in a freshwater ecosystem. They play a crucial role in the interlinking food chain in the aquatic ecosystem. Rotifers can also be used as “biological indicators” for water pollution studies, because their occurrence, vitality, and responses, change under adverse environmental conditions (Oliver, 1996)

Research on Rotifera has attracted the attention of several researchers throughout the world as they occupy a central position in the food web of aquatic ecosystem. Several studies have been carried out on Rotifera in freshwater ecosystem in various parts of Turkey. (Ustaoğlu et al., 2012; Ustaoğlu, 2015; Güher, 2014). There are some studies in various reservoirs in Turkey related in particular Rotifera. (Kaya and Altındağ, 2007; Bozkurt and Sagat, 2008; Buyurgan et al., 2010; Ayvaz et al., 2011; Yıldız, 2012; Saler and Alış, 2014; Tuna and Ustaoğlu, 2016; Saler et al., 2017; Güher and Çolak 2015; Dorak et al., 2019; Dorak, 2019; Güher, 2019). However, the distribution and diversity of Rotifera of Kayalıköy reservoir has not been studied so far. Therefore, in the present study, we have investigated the diversity, distribution, seasonal abundance of Rotifera and some environmental parameters to determine the best way to use and sustainable development of water resources of Kayalıköy reservoir.

MATERIALS and METHODS

The study area

Kayalıköy Reservoir was built between the years 1981 and 1986 for irrigation and flood control on Teke Stream and was named from Kayalı village to the west of the reservoir. The reservoir is located 12 km to the west of Kırklareli city center (41°13'34"N; 26°54'14"E). Because it is surrounded by rock formations, both the lake and the littoral region lack water plants. The volume of the reservoir is 144.2 hm³ and the surface area is 10.20 km². Although the reservoir is fed mainly by the Teke Stream, it is also replenished by other small streams in the region and rainfall. In addition to its role in irrigation and flood control, it is also providing drinking and domestic water of Edirne city.

Sampling

The samples were collected in monthly intervals from May 2018 to April 2019 in three different stations in the reservoir. The 1st sampling station is in the western part of the reservoir where Teke Stream feeds the lake (41°49'30.5"N; 27°06'30.3"E). The 2nd sampling station is located in the middle of the reservoir (41°47'28.3"N; 27°08'07.3"E) and the 3rd sampling station is the eastern branch of the reservoir (41°48'06.0"N; 27°09'13.1"E) (Figure 1).



Figure 1. Location of Kayalıköy reservoir and the sampling stations

Rotifera samples were collected with a Hensen type plankton net (mesh size 55 μ , mouth diameter 15 cm, length 75 cm) vertically up to the surface from the bottom point (10 m deeply). Samples were brought to the laboratory in 250 ml plastic bottles containing 4% formaldehyde. In the laboratory, samples were identified to species level according to Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), Herzig (1987), De Manuel Barrabin (2000), Segers (2008) and Ustaoglu et al., (2012) and their counting was made according to Edmondson (1959) using an Olympus inverted microscope. Densities are presented as the number of individuals per cubic meter (ind/m^3).

Some physicochemical parameters, such as water temperature, Secchi Disk depth, conductivity, pH, dissolved oxygen were measured on-site simultaneously with the sampling time. To determine the other physicochemical and biological variables of the water, sampling was made by a Ruttner water sampler. The analyses were done in laboratories of Trakya University Technology Research Development Application and Research Center (TUTAGEM).

Shannon-Weaver index and Simpson's diversity index were used to determine the species diversity and the species richness of Rotifera in the reservoir (Shannon & Weaver, 1949). Bray-Curtis similarity index was used to examine the similarities of sampling months and stations according to diversity and abundance of Rotifera species (Jaccard 1912). Pearson Correlation was used to determine the relationship of Rotifera with environmental parameters (Krebs, 1999).

RESULTS and DISCUSSION

Physical and Chemical Variables

Sixteen environmental parameters were measured to determine the physicochemical characteristics of the Kayalıköy reservoir. The measured of environmental parameters and their minimum, maximum and average values are given in the Table 1. AT: 3.333-30.000 ($^{\circ}\text{C}$); WT: 4.167-26.500 ($^{\circ}\text{C}$); SD: 36.667-186.667 (cm); DO: 8.487-13.760 (mg/L); pH: 6.360 9.477; EC:177.233-319.767 ($\mu\text{S}/\text{cm}$); $\text{NO}_2^{-\text{N}}$: 0.002-0.131 (mg/L); $\text{NO}_3^{-\text{N}}$: 0.062-4.967 (mg/L); PO_4 : 0.000-0.839 (mg/L); Cl_2 : 8.859-25.767 (mg/L); SO_4^{2-} :14.665-17.076 (mg/L); Na:1.894-12.695 (mg/L); Mg:1.349-8.899 (mg/L); K: 0.718-25.019 (mg/L); Ca: 2.646-23.479 (mg/L); Chl-*a*: 4.333-23.833($\mu\text{g}/\text{L}$) (Table 1). Variations in these environmental parameters according to the sampling months are given in Figure 2. In this study, no significant difference was observed in the change of physicochemical parameters according to stations. The results obtained in stations are similar to each other ($P>0.01$)

Table 1. The measured of physicochemical parameters and their minimum, maximum and average values.

	Abbreviation	According to months		According to seasons		Average of reservoir
		Min	Max	Min	Max	
Air temperature	AT (°C)	3.333	30.000	5.111	27.333	17.136 ± 9.06
Water temperature	WT (°C)	4.167	26.500	5.722	25.056	15.530 ± 7.74
Secchi disk depth	SD (cm)	36.667	186.667	50.000	130.000	94.242 ± 39.34
Dissolved oxygen	DO (mg/L)	8.487	13.760	8.653	13.760	10.277 ± 1.66
pH	pH	6.360	9.477	8.173	9.108	8.435 ± 0.79
Electrical conductivity	EC (µS/cm)	177.233	319.767	201.967	278.167	249.936 ± 41.91
Nitrite nitrogen	NO ₂ -N (mg/L)	0.002	0.131	0.008	0.120	0.054 ± 0.05
Nitrate nitrogen	NO ₃ -N (mg/L)	0.062	4.967	0.726	3.937	2.458 ± 1.67
Phosphate	PO ₄ (mg/L)	0.000	0.839	0.004	0.422	0.126 ± 0.24
Chlorine	Cl ₂ (mg/L)	8.859	25.767	9.635	21.583	15.675 ± 6.38
Sulphate	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	14.665	17.076	14.830	16.594	15.999 ± 0.78
Sodium	Na (mg/L)	1.894	12.695	2.215	11.010	7.304 ± 4.08
Magnesium	Mg (mg/L)	1.349	8.899	2.969	7.930	5.613 ± 2.71
Potassium	K (mg/L)	0.718	25.019	1.622	18.135	8.691 ± 8.58
Calcium	Ca (mg/L)	2.646	23.479	6.736	17.633	12.060 ± 6.34
Chlorophyll-a	Chl-a (µg/L)	4.333	23.833	4.833	16.257	10.713 ± 7.00

Maximum water temperature was recorded in July and in summer season and the minimum in January and in winter season (Table 1, Figure 2). The amount of zooplankton in fresh water is affected by temperature changes. Because temperature is the most important factor affecting the amount of nutrients and life in fresh water (Geller and Müller, 1981). In the present study, the lowest total Rotifera abundance was found in winter (1474 ind/m³) when the water temperature reached its lowest values.

During the study period in Kayalıköy reservoir, the maximum pH was recorded in April and in spring season and the minimum in July and in summer season (average 8.435 ± 0.79) (Table 1, Figure 2). Many species of fish and aquatic organisms develop well in waters with a pH range of 6.5 - 8.5 (Arrignon, 1976; Dauba, 1981). The pH value of lake was moderately alkaline varying from 7.5 to 8.2 (Berzins and Pejler, 1987). According to the average pH values, Kayalıköy reservoir was rated as an alkaline water bearing reservoir.

In freshwater ecosystems, the least dissolved oxygen amount for aquatic life should not be less than 5.0 mg/L. With the oxygen content falling below 5 mg/L, living will be affected, and some species will be damaged. (Kaya and Altındağ, 2007). In this study, the mean dissolved oxygen value was found as 10.277 ± 1.66 mg/L (Table 1).

The lake is considered as eutrophic if the measured Secchi Disk is between 0.8 and 1.5 m, mesotrophic if it is between 1.4 and 2.4 m and oligotrophic if it is between 3.6 and 5.9 m (Ryding and Rast, 1989) In this study, the mean Secchi Disk value was found as 94.242 ± 39.34 (cm) (Table 1). According to Secchi Disk depth, Kayalıköy reservoir could be categorized as eutrophic. Maximum chlorophyll-*a* was recorded in August and in summer season and the minimum in February and the winter season (average 10.713 ± 7.00 µg/L) (Table 1). For ponds and dam lakes, the amount of chlorophyll-*a* in oligotrophic lakes is <3.5 µg/L, between 3.5-9.0 µg/L in mesotrophic lakes and between 9.1-25 µg/L in eutrophic lakes (Anonymous, 2015). According to the chlorophyll-*a* values Kayalıköy reservoir was classified as mesotrophic.

During the study period in Kayalıköy reservoir, the nitrite nitrogen concentration was recorded minimum in September and winter season and maximum in May and summer season (average 0.054 ± 0.05). Nitrate nitrogen concentration was recorded minimum in autumn and the winter season and maximum in May and spring season (average 2.458 ± 1.67). Maximum phosphate was recorded in May and in spring season and the minimum in July, August, and in the autumn season (average 0.126 ± 0.24 mg/L). Maximum sodium was recorded in November and in the autumn season and the minimum in December and winter season (average 7.304 ± 4.08 mg/L). The average of magnesium values was determined as 5.613 ± 2.71 mg/L in the reservoir. The potassium values were detected the maximum in November and in autumn season and the minimum in January and winter season (average 8.691 ± 8.58 mg/L) (Table 1, Figure 2). When we compare these results with Anonymous (2015, 2019), it can be seen that water quality is Class I and A1. Also, According to these data, Kayalıköy reservoir is suitable for drinking, agricultural irrigation, and aquaculture.

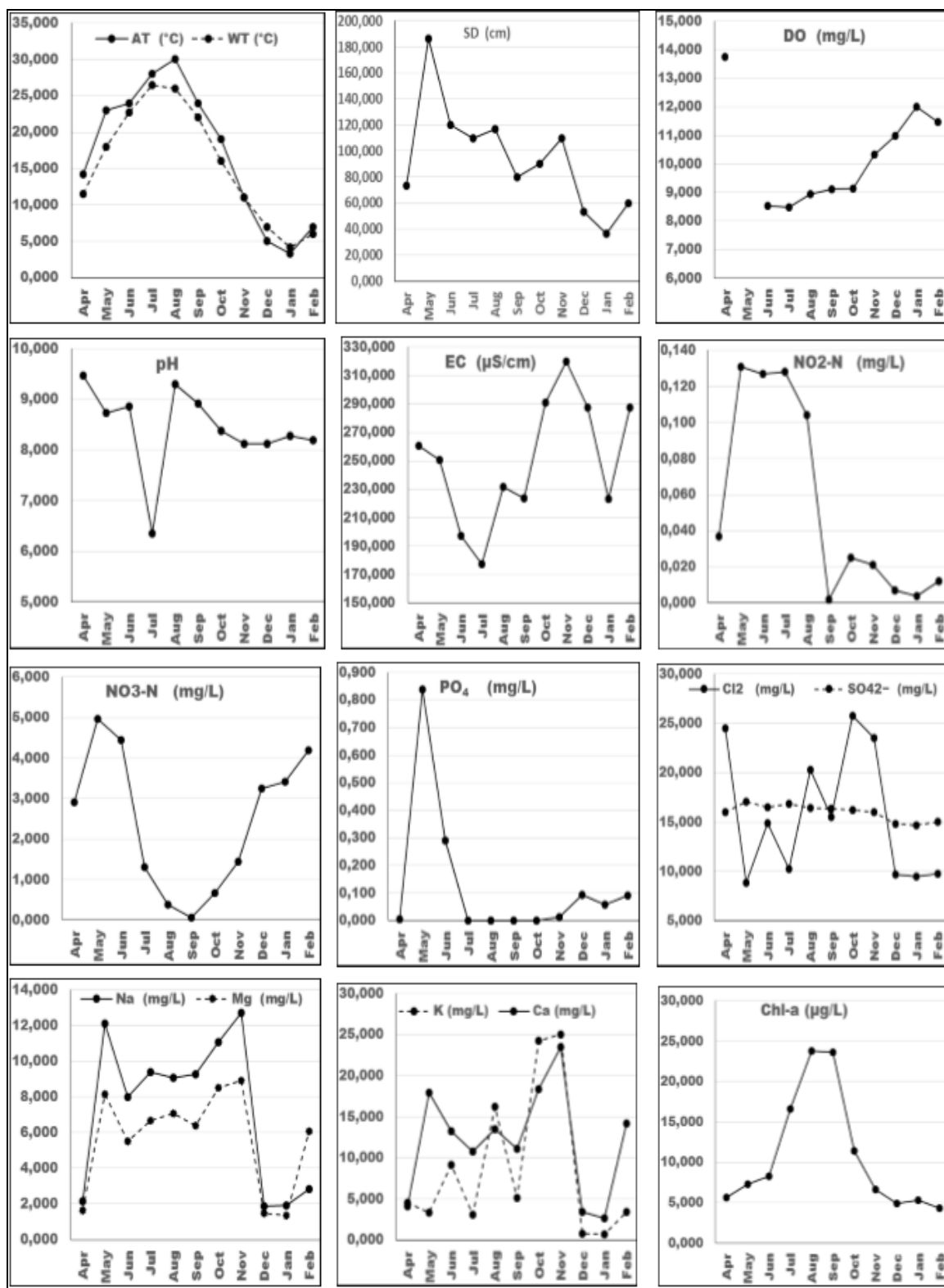


Figure 2. Variations of the physicochemical variables according to the sampling months

Rotifera community structure

As a result of the qualitative evaluation of the samples taken from the reservoir were recorded 40 species belonging to 16 families of Rotifera (Table 2). Brachionidae (15 species) and Synchaetidae (6 species) have 50% of species, especially the genera *Brachionus*, *Keratella* and *Polyarthra* (Table 2).

Table 2. Rotifera species and minimum, maximum and average values of their annual numbers per m³

ROTIFERA	According to months		According to seasons		Average of reservoir
	Max	Min	Max	Min	
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851	619	0	206	0	64 ± 177
<i>Anuraeopsis navicula</i> Rousselet, 1911	354	0	177	0	32 ± 102
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	2212	0	1902	0	362 ± 740
<i>Brachionus bidentatus</i> Anderson, 1889	88	0	29	0	8 ± 25
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	2831	0	1858	0	70 ± 1054
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	7519	0	3479	0	1817 ± 2694
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	1504	0	752	0	137 ± 432
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	6812	0	4040	0	1303 ± 2083
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	4158	0	1828	0	539 ± 1208
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	4600	0	2389	0	925 ± 1579
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	34943	0	14872	0	5091 ± 10478
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	3273	0	2389	59	796 ± 961
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	6546	0	2975	0	1688 ± 1996
<i>Keratella tecta</i> (Gosse, 1851)	1415	0	472	0	129 ± 407
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	265	0	133	0	40 ± 87
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	5839	0	3598	0	1078 ± 2018
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	4689	0	2624	0	788 ± 1492
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	1238	0	752	0	169 ± 351
<i>Polyarthra euryptera</i> Wierzejski, 1891	796	0	265	0	80 ± 228
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1832	4069	0	1858	29	780 ± 1391
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	3185	0	1592	118	499 ± 886
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	22470	0	9053	0	6072 ± 6840
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	177	0	118	0	32 ± 68
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	177	0	88	0	32 ± 57
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)	1858	0	1209	0	362 ± 692
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bengendahl, 1892)	3539	0	1180	59	474 ± 1010
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch, 1870	708	0	442	0	121 ± 257
<i>Ascomorpha ecuadis</i> Petry, 1850	8669	0	3185	0	1021 ± 2473
<i>Gastropus minor</i> (Rousselet, 1892)	708	0	236	0	97 ± 218
<i>Epiphanes macroura</i> (Barrois & Daday, 1894)	796	0	265	0	72 ± 229
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886	88	0	29	0	8 ± 25
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierjeski & Zacharias, 1893)	531	0	265	0	72 ± 164
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	1327	0	531	0	249 ± 423
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	973	0	354	0	137 ± 293
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	88	0	29	0	8 ± 25
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schränk, 1802)	8493	0	3892	0	1062 ± 2520
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	1592	0	531	0	169 ± 452
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	442	0	265	0	48 ± 127
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	1238	0	531	0	161 ± 357
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	3008	0	1504	29	716 ± 1029
Total	53167	708	42966	1474	27938 ± 18992

When the sampling months were evaluated in terms of species diversity, the highest number of species were found in September (22 species) followed by August (21 species) and October (20 species) while the lowest species number was found in January (2 species) and February (3 species). Monthly changes in species richness, diversity, and maximum dominance of Rotifera are given in Table 3. According to the results of Simpsons Diversity index, while species richness is the maximum (12.642) in October, it was found in its lowest value (1.245) in January. According to Shannon diversity index, while species richness is the maximum (0.969) in December, it was found in the lowest value (0.502) in January (Table 3).

Table 3. Species diversity and species richness values of Rotifera according to the sampling months

Index	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
Simpsons											
Diversity (1/D)	6.351	2.237	2.146	5.757	3.393	9.105	12.642	3.718	4.589	1.245	1.825
Shannon J'	0.802	0.517	0.485	0.769	0.577	0.793	0.893	0.683	0.969	0.502	0.696

Anuraeopsis navicula, *Brachionus bidentatus*, *B. urceolaris*, *Keratella tecta*, *Epiphanes macroura*, *Euchlanis lyra*, *Trichocerca bicristata* were sampled only in one month during the study. The most common species in the reservoir were *Keratella cochlearis* found in for ten months. This species is followed by *Keratella quadrata*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus quadridentatus*, *Polyarthra vulgaris* and *Filinia longiseta* species that have been found for seven months. All the species determined are recorded for the first time in Kayalıköy reservoir. According to Ustaoglu (2015) and Güher (2014), all the species recorded in the Kayalıköy reservoir are widely distributed in Turkey. Sladeczek (1983) suggested the Brachionidae family and *Brachionus* species as indicators of highly trophic habitat. In this study 10 species from Brachionidae were identified. Also to determine the trophic index of the lake, *Brachionus:Trichocerca* (QB/T) equality was used (Sladeczek, 1983). The QB/T index shows the rate of the number of *Brachionus* to the number of *Trichocerca*. The Q index is evaluated in three groups for the lake's trophic state, that Q=1 means oligotrophy, Q = 1.0-2.0 means mesotrophy, and Q>2 means eutrophy. In this study, Kayalıköy reservoir was determined (8 species of *Brachionus* and 5 species of *Trichocerca*) QB/T = 1.6. According to this, the Kayalıköy reservoir showed oligomesotrophic property.

The quantitative evaluation of the Rotifera samples were found an average of 27938 ± 18992 ind/m³ in the Kayalıköy reservoir (Table 2). When the sampling months were evaluated based on average individual values per m³, the maximum number of Rotifera was found in May (53167 ind/m³) followed by September (52731 ind/m³), August (45117 ind/m³) and October (44409 ind/m³) and the minimum was found in December (708 ind/m³) followed by January (796 ind/m³) (Figure 3). *Asplanchna priodonta* was the leading species in terms of density (6072 ± 6840 ind/m³), followed by *Kellicottia longispina* (5091 ± 10478 ind/m³), *Brachionus diversicornis* (1817 ± 2694 ind/m³) and *Keratella quadrata* (1688 ± 1996 ind/m³). The lowest density values were measured for *Brachionus bidentatus*, *Euchlanis lyra* and *Trichocerca bicristata* (8 ± 25 ind/m³), *Anuraeopsis navicula* (32 ± 102 ind/m³), *Mytilina mucronata* (32 ± 68 ind/m³) *Lecane luna* (32 ± 57 ind/m³) (Table 2).

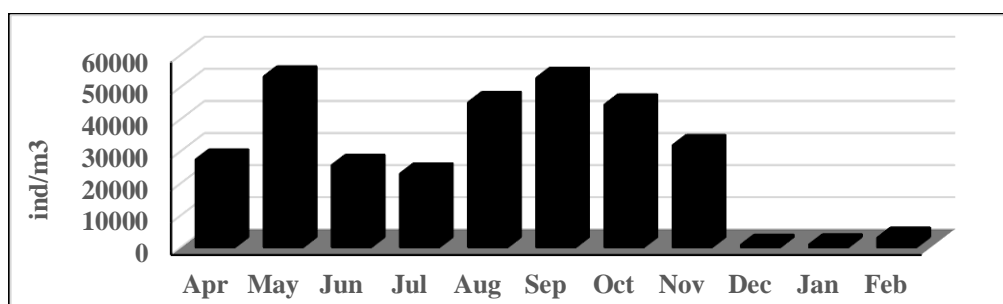


Figure 3. Total abundance of Rotifera according to the sampling months

Looking at the results of Bray-Curtis index, to compare the similarities of months according to abundance and diversity of Rotifera species identified in the reservoir, while the highest similarity was found between September-October (56.4634 %) and April- November (50.6779 %), the lowest similarity was observed between December-September (2.5257 %) and January-October (3.5217 %) (Figure 4). The highest similarity between stations was found between 2nd station - 3rd station (83.3938 %) and lowest similarity was found between 1st station - 2nd station (78.006 %) and 1st station - 3rd station (78.7156%) (Figure 5).

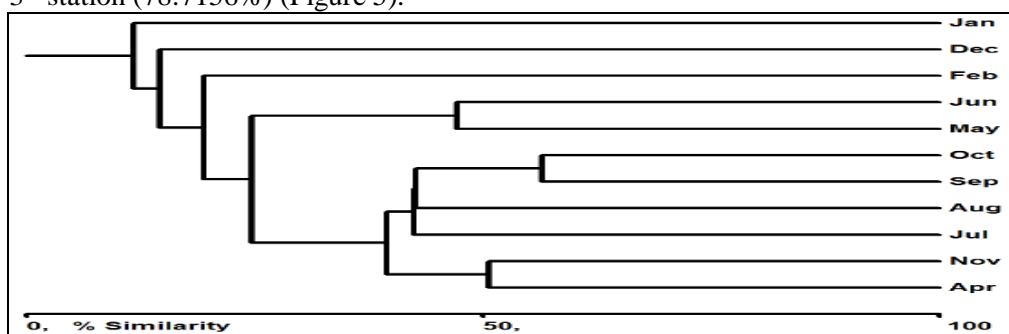


Figure 4. Bary-Curtis index similarity of Rotifera according to the sampling months

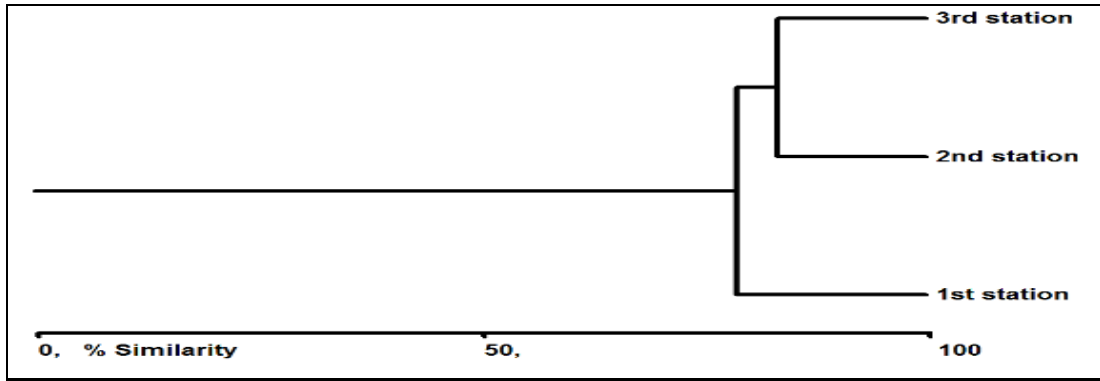


Figure 5. Bary-Curtis index similarity of Rotifera according to the sampling stations

The maximum number of Rotifera were recorded in the 2nd station (33487 ind/m³) followed by the 3rd and 1st stations with 25478 ind/m³ and 24850 ind/m³, respectively (Figure 6). *Brachionus bidentatus*, *Euchlanis lyra* (1st) and *Trichocerca bicristata* (2nd) were found only in one station. *Keratella tropica*, *Lecane luna* (1st and 2nd stations) and *Pompholyx sulcata* (1st and 3rd stations) were found only in two stations and other species were found at all stations.

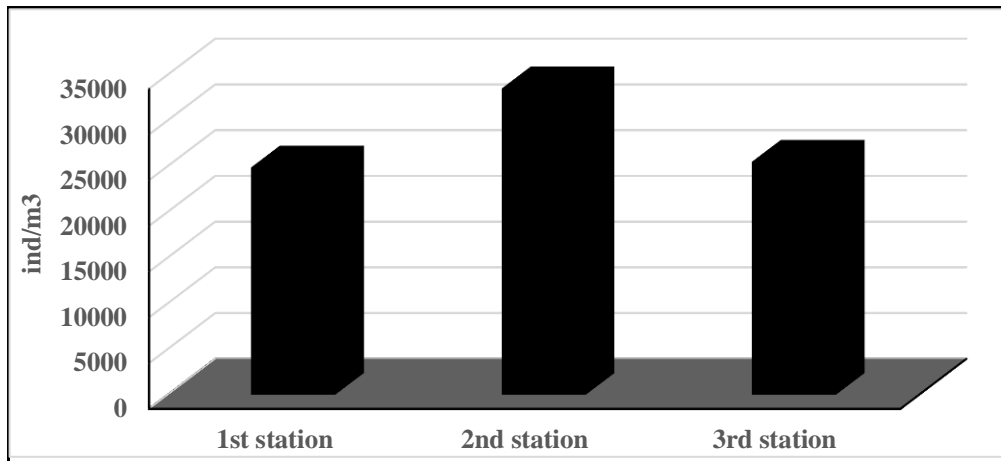


Figure 6. Total abundance of Rotifera according to the sampling stations

The maximum organism number was found in autumn (42966 ind/m³), followed by spring (37217 ind/m³) and summer (30096 ind/m³) and the minimum was found in winter (1474 ind/m³) (Figure 7). Also, the results of the cluster analysis showed that spring with summer (41 % similarity) and summer with autumn (49 % similarity) were very similar to each other apart from winter.

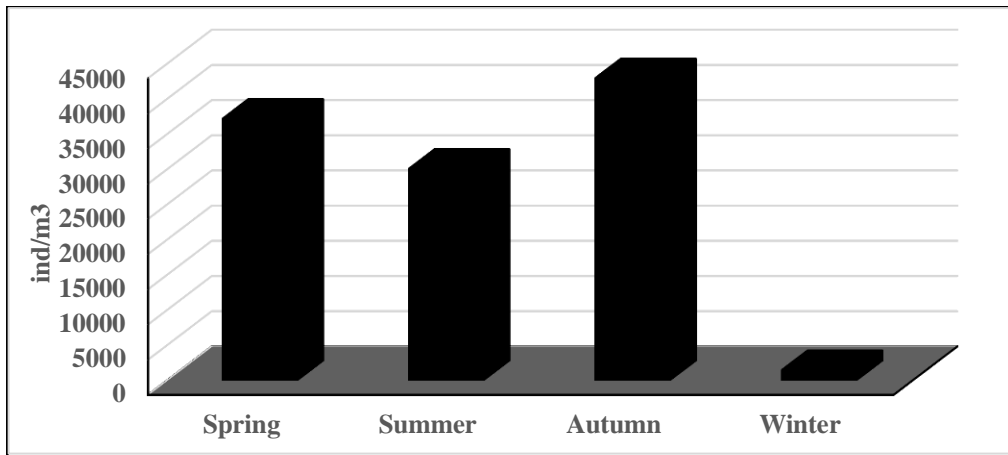


Figure 7. Seasonal total abundances of Rotifera in the reservoir

Pearson Correlation was used to determine the relationship of Rotifera with environmental parameters. Rotifera is a positive significant relationship with AT ($r=0.759$), WT ($r=0.682$), SD ($r=0.701$), SO_4 ($r=0.827$), Na ($r=0.798$), Mg ($r=0.676$) and Chl-a ($r=0.616$) ($P<0.01$).

When the results of this research were compared with the zooplankton data formerly reported in reservoirs, it is seen that different results were obtained in terms of Rotifera abundance and diversity depending on the characteristics of the sampled reservoirs. For instance, Buyurgan et al. (2010) reported 43 Rotifera in Asartepe Dam Lake; Ayvaz et al. (2011) reported 11 species in the Afşar reservoir; Saler et al. (2017) reported 17 species in Boztepe Tecai Kutan reservoir; Özdemir Mis and Ustaoglu (2018) found 25 Rotifera species in the Adıgüzel reservoir; Dorak (2019) reported 33 Rotifera species in Büyükçekmece reservoir, while identified *Keratella cochlearis* *Polyarthra vulgaris* *Synchaeta oblonga* *Brachionus urceolaris* *Epiphanes macroura* as the most common species. Güher (2019) found 33 species belonging to Rotifera in Kadıköy reservoir while reported *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Filinia terminalis* and *Keratella cochlearis*, as the most common species. As it is observed in these researches, diversity and abundance of Rotifera varies depending on from reservoir to reservoir, environmental factors, physical, chemical and biological factors.

CONCLUSION

In conclusion a total of 40 Rotifera species were determined in the qualitative and quantitative evaluation of plankton in Kadıköy reservoir during the study period. All the species determined are recorded for the first time in Kayalıköy reservoir. According to Ustaoglu et al. (2012), Ustaoglu (2015) and Güher (2014), all the species recorded in the Kadıköy reservoir are widely distributed in Turkey. The most common species in the reservoir were found *Brachionus quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* and *Filinia longiseta*. Also, *Anuraeopsis navicula*, *Brachionus bidentatus*, *Brachionus urceolaris*, *Keratella tecta*, *Epiphanes macroura*, *Euchlanis lyra*, *Trichocerca bicristata* were found only in one month during. In terms of the species diversity, it was found that the richest months were September, October and August (respectively 22, 21, 20 species) followed by April with 13 species.

The quantitative evaluation of the Rotifera samples were found an average of 27938 ± 18992 ind/m³ in the Kayalıköy reservoir. In the present study, while the maximum numbers of Rotifera in the Kayalıköy reservoir were found in autumn (42966 ind/m³) and at 2nd station (33487 ind/m³), the minimum numbers were recorded in winter (1474 ind/m³) and at 1st stations (24850 ind/m³). The result of the cluster analysis showed that the stations were very similar to each other (78-83% similarity). The comparison of the results of physicochemical analyses with Anonymous (2015, 2019), it can be seen that water quality is Class I and A1. On the other hand, according to Secchi Disk and chlorophyll-a, there is a transition from mesotrophic level to eutrophic. *Brachionus:Trichocerca* (QB/T) index and nutrient salts was determined mesotrophic. It can be classified as oligotrophic character according to other parameters. Rotifera species with AT, WT, SD, SO_4 , Na, Mg, and Chl-a was a positive significant relationship was found.

When we examined the species identified in the reservoir, the distribution of the individuals that make up the Rotifera fauna and physicochemical parameters as a whole, it has been concluded that Kayalıköy reservoir has water suitable for drinking, agricultural irrigation and aquaculture and it's was classified as oligomesotrophic character.

Acknowledgment: This research has been supported by TÜBAP-2018/66 project.

REFERENCES

- Anonymous, (2015). Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Resmi Gazete, 15 Nisan 2015, Sayı, 29327. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm>.
- Anonymous, (2019). İçme suyu temin edilen suların kalitesi ve arıtılması hakkında yönetmelik. Tarım ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete, 6 Temmuz 2019, Sayı, 30823. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190706-8.htm>.
- Arrignon, J. (1976). *Aménagement écologique et piscicole des eaux douces*. Bordas, Paris, 32 p.
- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, T., & Kuru, E. (2011). Avşar Baraj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) trofik statüsünün belirlenmesi. *Ekoloji*, 20(81), 37-47.
- Berzins, B., & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147, 107-116.

- Bozkurt, A., & Sagat, Y. (2008). Birecik Baraj Gölü zooplanktonunun vertikal dağılımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 332-342.
- Buyurgan, Ö., Altındağ, A., & Kaya, M. (2010). Zooplankton community structure of Asartepe Dam Lake (Ankara, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 135-138.
- Dauba, F. (1981). Etude comparative de la faune des poissons dans les ecosystèmes de deux réservoirs, Luzech (Lut) et Chastang (Dordogne). These de troisième cycle L'Institut National Polytechnique de Toulouse, 179 p.
- De Manuel Barrabin, J. (2000). The Rotifers of Spanish reservoirs: ecological, systematical and zoogeographical remarks. *Limnetica*, 19, 91-167.
- Dorak, Z. (2019). A preliminary study on using rotifera fauna to determine the trophic level of the Büyükçekmece reservoir (İstanbul, Turkey). *Aquatic Sciences and Engineering*, 34(4), 103-111.
- Dorak, Z., Köker, L., Gaygusuz, Ö., Gürevin, C., Akçaalan, R., & Albay, M. (2019). Zooplankton biodiversity in reservoirs of different geographical regions of Turkey: composition and distribution related with some environmental conditions. *Aquatic Sciences and Engineering*, 34(1), 29-38.
- Edmondson, W. T. (1959). *Methods and equipment in freshwater biology 2nd ed.* John Willey and Sons. Inc., 420-1202 pp., New York.
- Geller, W., & Müller, H. (1981). The filtration apparatus of Cladocera: filter mesh-sizes and their implications on food selectivity. *Oecologia*, 49, 316-321.
- Güher, H. (2014). A Checklist for zooplankton (Rotifera, Copepoda, Cladocera) of European Turkey inland waters. *Ege Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(4), 221-225. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.4.08.
- Güher, H. (2019). Diversity and abundance of Rotifera in Kadıköy reservoir of Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(2), 636-646. doi: 10.21597/jist.416821.
- Güher, H., & Çolak, Ş. (2015). Süloğlu Baraj Gölü'nün (Edirne) zooplankton (Rotifera, Cladocera, Copepoda) faunası ve mevsimsel değişimi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1), 17-24.
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic Rotifer populations: a Plea for Long-Term Investigations. *Hydrobiologia*, 147, 163-180.
- Jaccard, P. (1912). The distribution of the flora of the alpine zone. *New Phytologist*, 11, 37-50.
- Kaya, M., & Altındağ, A. (2007). Zooplankton fauna and seasonal changes of Gelingüllü Dam Lake (Yozgat, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 31, 347-351.
- Koste, W. (1978). *Die Radertiere Mitteleuropas I. Tafelband.* Berlin, 670 p., Stuttgart.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology.* Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California, 620 p.
- Oliver, J. H. (1996). Bioindicators for water quality evaluation. A review, *Journal of Chinese Institute of Environmental Engineering*, 6(1), 1-19.
- Özdemir Mis, D., & Ustaoglu, M.R. (2018). Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli)'nün rotifer kompozisyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(1), 17-24.
- Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Espindola, E. L. G., Roche, K. F., & Rietzler, A. C. (1999). Ecological theory applied to reservoir zooplankton. p 29-51. In: Theoretical Reservoir Ecology and its Applications (Eds. J.G. Tundisi, and M. Straskraba), International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences. Backhuys Publishers, Leiden, Holland.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). *Plankton Rotifers Biology and Taxonomy.* Stuttgart: Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science.
- Ryding, S. O., & Rast, W. (1989). The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. *Man and the Biosphere Series Volume I*, the Parthenon Publishing Group, 1-314.
- Saler, S., & Alish, N. (2014). Zooplankton of Hancağız Dam Lake (Gaziantep - Turkey). *Journal of Survey in Fisheries Science*, 1(1), 36-45.
- Saler, S., Alpaslan, K., Karakaya, G., & Gündüz, F. (2017). Zooplankton of Boztepe Recai Kutan Dam Lake (Malatya-Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3), 261-267. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.3.03>.
- Segers, H. (2008). Global diversity of Rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 49-59.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press, Urbana.
- Sladeczek, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100, 169-201.
- Strobl, R. O., & Robillard, P. D. (2008). Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: a review. *Journal of Environmental Management*, 87, 639-648.
- Thornton, K.W., Kimmel, B.L., & Payne, F. E. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives.* John Wiley & Sons, New York, 246. ISBN 0-471-88501-0.
- Tuna, A., & Ustaoglu, M. R. (2016). Kemer Baraj Gölü (Aydın-Türkiye) zooplankton faunası. *Limnofish-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(2), 95.

- Ustaoğlu, M. R. (2015). An updated zooplankton biodiversity of Turkish inland waters. *LimnoFish- Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 1(3), 151-159. <https://doi.org/10.17216/LimnoFish-5000151941>.
- Ustaoğlu, M.R., Altındağ, A., Kaya, M., Akbulut, N., Bozkurt, A., Özdemir Mis, D., Atasagun, S., Erdoğan, S., Bekleyen, A., Saler, S., & Okgerman, H. C. (2012). A check list of Turkish Rotifers. *Turkish Journal of Zoology*, 36(1), 607-622.
- Yıldız, Ş. (2012). Zerneđ Baraj Gölü (Van/Türkiye) zooplankton faunası. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 5(1), 57-59.

Marmara Denizi'nde Gümüş Balığı (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758) Popülasyonunun Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma

Derya BOSTANCI*^{ID}, Tansu ÇOŞKUN^{ID}

Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu, Türkiye

* Sorumlu yazar: deryabostanci@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 10 Aralık 2019; Kabul 27 Şubat 2020; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntılama: Bostancı, D., & Coşkun, T. (2020). Marmara Denizi'nde Gümüş Balığı (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758) popülasyonunun bazı biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Acta Aequatica Turcica*, 16(2), 257-265. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.657630>

Özet

Bu çalışmada, Ocak-Mart 2017 tarihleri arasında Marmara Denizi Gemlik Körfezi'nden yakalanan 213 adet gümüş balığı (*Atherina hepsetus* L.) bireyinde morfolometrik ilişkiler, sağ ve sol premaxil kemik özellikleri, boy ve ağırlık dağılımları, boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü belirlenmiştir. Yakalanan örneklerden 24 adet metrik ve meristik ölçüm elektronik kumpasla yapılmış aralarındaki ilişkiler hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen örneklerin total boy ve ağırlıkları sırasıyla 99-145 mm ve 6,4-18 g arasında dağılım göstermektedir. Tüm örnekler için boy-ağırlık ilişkisi $W=0,012L^{2,74}$ ortalama kondisyon faktörü değeri ise 0,65 olarak hesaplanmıştır. Türün sistematiğinde kullanılan premaxil kemiklerinin sağ ve sol çiftlerinin biyometrik özellikleri farklı eksenler üzerinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gemlik Körfezi, Atherinidae, boy-ağırlık ilişkisi, premaxil

A Research on Some Biological Properties of Mediterranean Sand Smelt (*Atherina hepsetus* L.) Population in the Sea of Marmara

Abstract

In this study, the morphometric relationship, right and left premaxillary bone characteristics, length and weight distributions, length-weight relationship and condition factor of 213 Mediterranean sand smelt (*Atherina hepsetus* L.) individuals which caught from the Gemlik Gulf, Marmara Sea, between January and March 2017 were determined. In the present study, 24 metric and meristic measurements were carried out by electronic calipers and the relationships among them were calculated. The total length and weights of the samples obtained in the study ranged from 99-145 mm and 6.4-18 g, respectively. The length-weight relationship was calculated as $W=0.012L^{2.74}$ and the average condition factor value was 0.65 for all samples. The biometric properties of right and left pairs of premaxillary bone used in the systematics of the species were determined on different axes.

Keywords: Gulf of Gemlik, Atherinidae, length-weight relationship, premaxillary

GİRİŞ

Morfometrik karakterler, meristik karakterlerden farklı olarak sadece embriyonik evrede değil, yaşamları boyunca çevresel faktörlerin etkisiyle gelişimlerini devam ettirirler. Farklı habitatlarda yaşamını sürdüren popülasyonlarda bireyler ekolojik faktörlerin etkisiyle fenotipik farklılık gösterebildiğinden, morfometrik verilerin değerlendirilmesi önemli olmaktadır. Meristik ve morfometrik karakterler türlere özgü olmasından dolayı balık stoklarını ayırma ve tanımlama çalışmalarında kullanılmaktadır (Avşar, 2016). Farklı vücut ölçümleri öteden beri geleneksel olarak stokları karakterize etmek için, balıkçılık biyolojisi ve değişik taksonomik kategoriler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Turan, 1999; Kara ve Akyol, 2003).

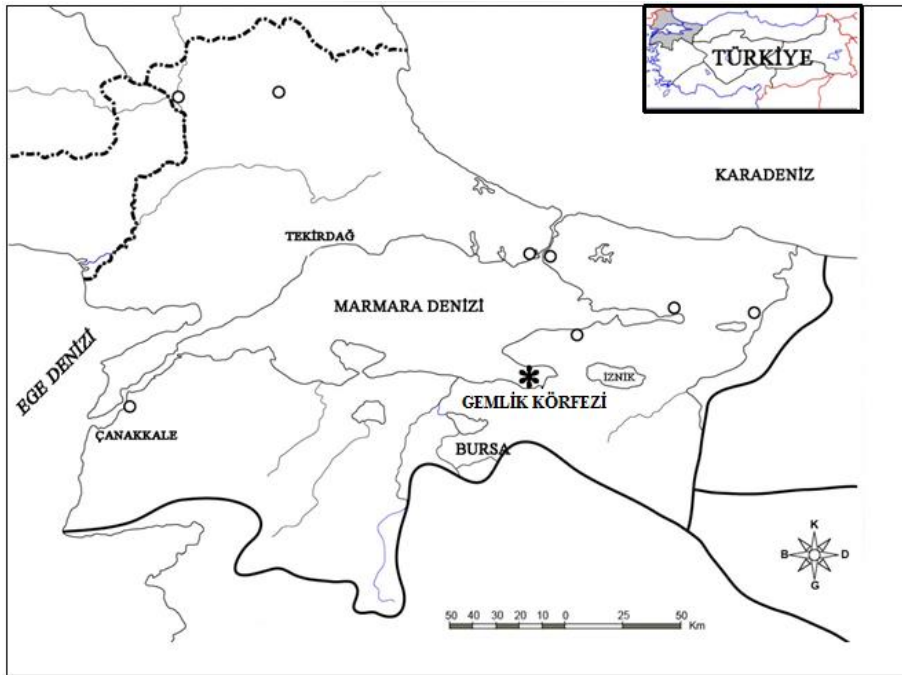
Atherina cinsi Atherinidae familyasına dahil olup, dünya da 5 türü bulunmakla birlikte, ülkemiz denizlerinde ise 3 tür ile temsil edilmektedir (Froese ve Pauly, 2019). Bunlar *Atherina boyeri* (gümüş balığı); *Atherina hepsetus* (gümüş balığı, çamuka) ve *Atherina presbyter* (gümüş balığı)'dir. *A. hepsetus* türüne ait yurdumuzda bazı denizler için yapılmış sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Torcu ve Aka, (2000) *A. hepsetus* türünün Edremit Körfezi popülasyonunun metrik ve meristik

özelliklerini bildirmişlerdir. Türün boy-ağırlık ilişki parametreleri ise, Çanakkale Eceabat'dan yakalanan 564 bireyle Altun (2000), Erdek Körfezi'nden 65 bireyle Keskin ve Gaygusuz (2010), İzmir Körfezi Homa Dalyanı'ndan 66 bireyle Acarlı vd., (2014) ve İzmir Körfezi'nden yakalanan 83 bireyle Kara vd, (2017) tarafından belirlenmiştir.

Yapılan literatür taraması sonucunda türün Marmara Denizi Gemlik Körfezi popülasyonunda bir araştırmanın yapılmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, türün sistematığında kullanılan premaksil kemiklerinin biyometrisinin, balığın morfometrik özelliklerinin ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin ve boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla Marmara Denizi *A. hepsetus* popülasyonu ile denizlerimizdeki diğer popülasyonlarının karşılaştırması da hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma materyalini oluşturan 213 gümüş balığı, çamuka *A. hepsetus* bireyleri Marmara Denizi Gemlik Körfezi'nden Ocak 2017–Mart 2017 tarihleri arasında yakalanmıştır (Şekil 1).

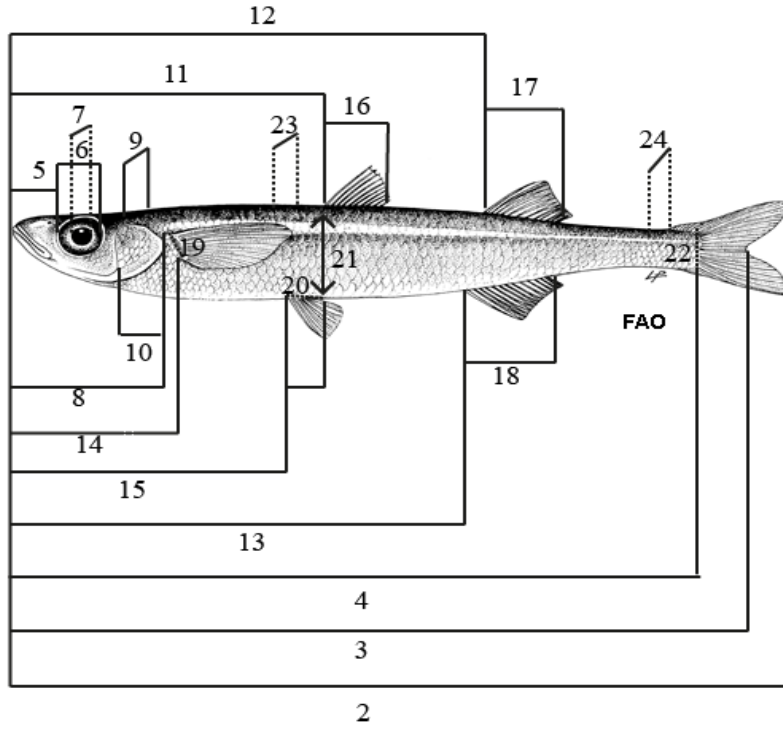


Şekil 1. Çalışma alanı

Ağırlık ölçümleri, her bir örnek üzerindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra ± 1 g hassasiyetle yapılmıştır. 213 bireyin biyometrik ölçümleri için total ve standart boyları ile birlikte her biri üzerinde 24 metrik uzunluk ölçümü alınmıştır. Ölçümler elektronik kumpas kullanılarak ± 1 mm hassasiyetle yapılmış olup, veriler kataloğlara kaydedilmiştir. Yapılan metrik ölçümler balık üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2). Örneklerin metrik ölçümleri alınırken vücudunda deformasyon olmayan bireyler değerlendirilmiştir. Bireylerin ağırlık ve metrik ölçümlerine ait ortalama (\bar{X}), standart sapma (S.S.), standart hata (S.H.), minimum ve maksimum değerleri MINITAB 17.0 istatistik programı kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, varyasyon katsayısı değeri; $\%VK=(S.S./\bar{X})\cdot 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Zar, 1999). İncelenen tüm bireyler ($n=213$) için boy-frekans ve ağırlık-frekans dağılımları eşey ayrımı yapılmadan tüm bireyler için belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi $W = a \cdot L^b$ allometrik büyüme eşitliğinden, kondisyon faktörü (K) ise $K=(W/L^3)\cdot 100$ eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Ricker, 1975; Avşar, 1998). Elde edilen b değerinin izometrik büyümeden ($b= 3$) farklı olup olmadığı t-test'i kullanılarak test edilmiştir (Zar 1999). Bağıntılardaki $W=$ balık ağırlığı (g), a ve b ilişki sabitleri, L= balık total boyudur (mm).

Araştırılan *A. hepsetus* popülasyonu bireylerinin değerlendirilecek olan premaksil kemikleri çiftler halinde dikkatli bir biçimde çıkarılmış $\%4$ 'lük NaOH çözeltisinde temizleip kurularak analizlere kadar uygun bir şekilde saklanmıştır. Sağ ve sol premaksil kemiklerinin morfometrik ölçümlerini

gerçekleştirmek amacıyla stereo mikroskoba bağlı görüntüleme sisteminden yararlanılmış, her kemiğin fotoğrafı çekilerek apofiz ve dişli kol eksen ölçümleri alınmış ve kataloğlara kaydedilmiştir (Quignard ve Pras 1986) (Şekil 3). Sağ ve sol premaksil kemikleri üzerinde belirlenen eksenlerde alınan uzunluklar arasında fark olup olmadığı paired-t testi kullanılarak test edilmiştir.



Şekil 2. *A. hepsetus* örneklerinde yapılan ölçümler (Fischer vd., 1987'den alınarak düzenlenmiştir) [2. Total Boy (TB), 3. Çatal Boy (ÇB), 4. Standart Boy (SB), 5. Preorbital Mesafe (PO), 6. Göz Çapı (GÇ), 7. İnterorbital Mesafe (İO), 8. Baş Boyu (BB), 9. Baş Genişliği (BG), 10. Solungaç Kapağı Uzunluğu (SKU), 11. Predorsal uzaklık (BD1) 12. Burun Ucu-2. Dorsal Yüzgeç arası mesafe (BD2), 13. Preanal uzaklık (PA), 14. Prepektoral uzaklık (PP), 15. Preventral uzaklık (PV), 16. 1. Dorsal Yüzgeç Taban Uzunluğu (D1T), 17. 2. Dorsal Yüzgeç Taban Uzunluğu (D2T), 18. Anal Yüzgeç Taban Uzunluğu (AT), 19. Pektoral Yüzgeç Taban Uzunluğu (PT), 20. Ventral Yüzgeç Taban Uzunluğu (VT), 21. Maksimum Vücut Yüksekliği (MxVY), 22. Minimum Vücut Yüksekliği (MnVY), 23. Vücut Genişliği (VG), 24. Kaudal Pedünkül Genişliği (KG)]



Şekil 3. *A. hepsetus*'ta premaksil (a:sol, b:sağ) üzerinde ölçülen eksenler (A-Apofiz, B-Dişli kol)

BULGULAR

Örnekleme boyunca elde edilen 213 bireyin incelenen metrik uzunluklarının ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, standart hata ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda değişkenlik özellikleri değerlendirildiğinde, en az değişkenlik gösteren ölçümün göz çapı (%VK=0,042) olduğu tespit edilmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Morfometrik ölçüm değerleri* (n=213)

Karakterler	Ort±SS	Min	Maks	% VK
TB	111,89±5,20	99,00	145,00	31,62
ÇB	103,44±5,18	93,00	132,00	26,80
SB	94,92±4,73	84,00	122,00	22,40
PO	6,37±0,43	5,04	7,82	0,19
GÇ	2,95±0,20	2,32	3,90	0,04
İO	6,61±0,56	4,79	8,77	0,32
BB	21,39±1,03	19,32	27,21	1,06
BG	9,91±0,60	8,30	12,50	0,36
SKU	7,05±0,05	5,72	9,49	0,26
BD1	43,36±2,33	39,00	56,00	5,43
BD2	65,66±3,47	59,00	86,00	12,07
PA	64,74±3,59	57,00	84,00	12,92
PP	20,38±1,15	18,00	26,00	1,33
PV	38,04±2,19	32,00	50,00	4,82
D1T	7,40±0,94	4,60	10,06	0,90
D2T	10,06±0,74	8,08	12,64	0,55
AT	12,02±0,95	9,84	15,47	0,90
PT	4,84±0,45	3,70	6,16	0,20
VT	1,78±0,26	1,31	3,00	0,07
MxVY	15,81±1,00	13,03	20,29	1,01
MnVY	6,04±0,32	5,25	7,55	0,10
VG	11,55±0,82	9,72	15,30	0,68
KG	3,39±0,35	2,51	4,44	0,12

*Boy ölçümleri mm cinsinden ölçülmüştür.

Türün morfometrik özelliklerinin total boyla olan ilişki denklemleri ve tanımlayıcılık katsayıları Tablo 2’de sunulmuş ve en yüksek tanımlayıcılık katsayısının standart boy ile olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Bazı morfometrik karakterlerin total boyla olan ilişkileri (n=213)

Morfometrik Karakterler (mm)	Formül	r ²
Standart Boy (mm)	$y = 0,812TB + 4,0714$	$r^2 = 0,93$
Çatal Boy (mm)	$y = 0,877TB + 5,3113$	$r^2 = 0,91$
Preanal Mesafe (mm)	$y = 0,6013TB - 2,5362$	$r^2 = 0,88$
BD2 (mm)	$y = 0,5748TB + 1,3557$	$r^2 = 0,87$
BD1 (mm)	$y = 0,3597TB + 3,1096$	$r^2 = 0,76$
Preventral Mesafe (mm)	$y = 0,3382TB + 0,2002$	$r^2 = 0,75$
Baş Boyu (mm)	$y = 0,1509TB + 4,5119$	$r^2 = 0,67$

A. hepsetus bireylerinde vücut kısımları birbirleri ile oranlanmış olup bu verilerin ortalama, standart hata, standart sapma, minimum, maksimum değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Araştırmada, elde edilen bireylerin ölçümleri sonucunda total boy değerleri 99-145 mm arasında tespit edilmiştir. Boy-frekans grafiğinde bireylerin total boy dağılımlarının, en yoğun 111 mm olan boy değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Tüm bireyler için ortalama boy değeri ise 111,89 mm olarak belirlenmiştir. İncelenen bireylerin ağırlıkları, 6,4-18 g arasında ölçülmüştür. Ağırlık-frekans

grafğinde, bireylerin ağırlık dağılımları değerlendirildiğinde, popülasyonda en baskın ağırlık değeri 9,0 g olarak saptanmıştır. Ortalama ağırlık değeri ise 9,116 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 4).

Tablo 3. Vücut kısımlarının birbirine oranları (n=213)

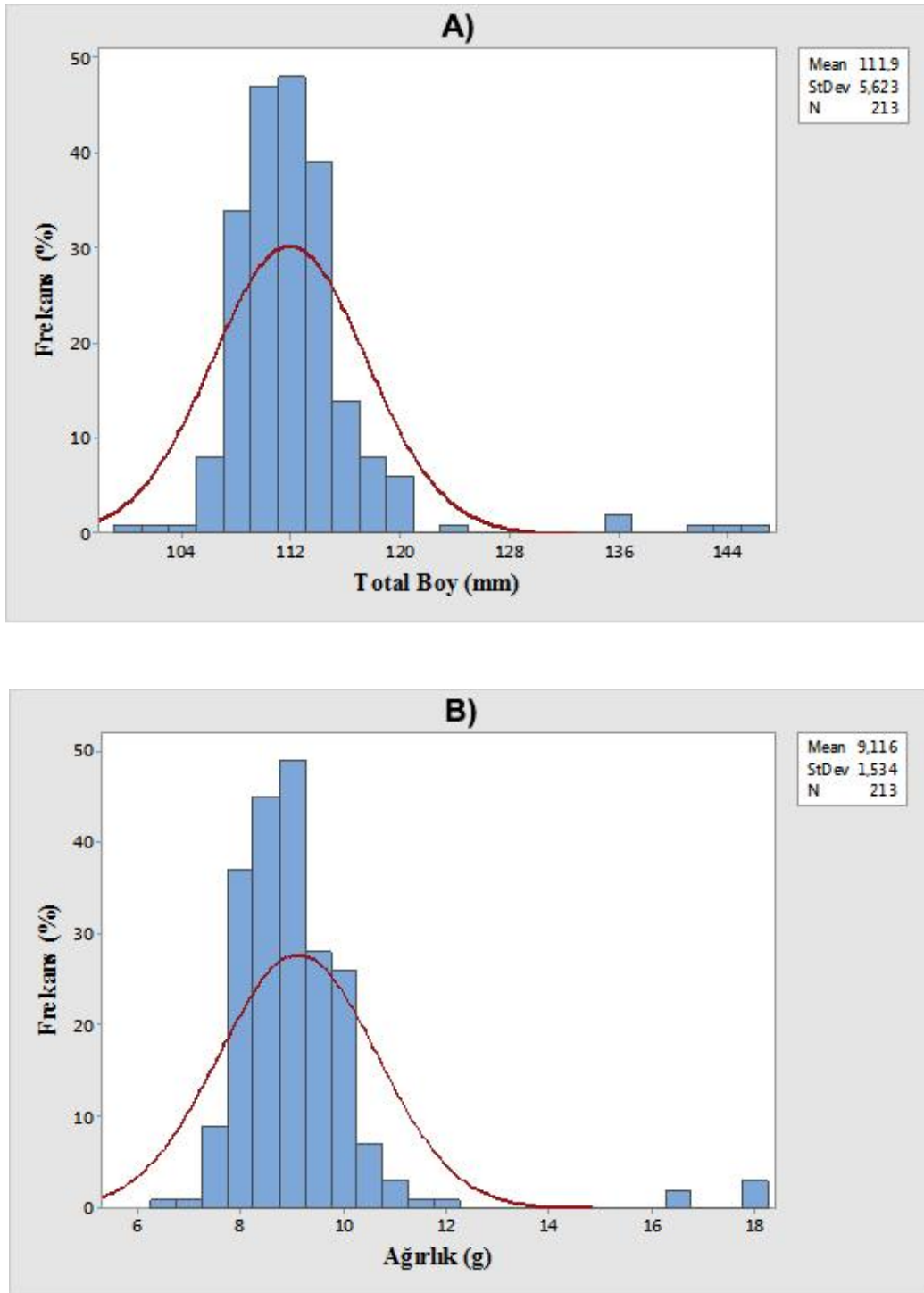
Oranlar	Min	Maks	Ortalama±SS
TL/SB	1,132	1,286	1,18±0,016
TL/VY	6,250	8,596	7,09±0,329
TL/BB	4,782	5,818	5,23±0,154
SB/VY	5,340	7,290	6,01±0,273
SB/BB	4,046	4,750	4,43±0,125
BB/VY	1,188	1,600	1,35±0,071
BB/GÇ	3,242	3,771	3,46±0,462
GÇ/GAM	0,336	0,636	0,44±0,041
BB/GAM	2,656	4,478	3,25±0,273

Boy-ağırlık ilişkisi tüm bireyler üzerinden hesaplanarak grafik Şekil 5’de gösterilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi değerlendirildiğinde, $W=0,012L^{2,74}$ tanımlayıcılık katsayısı (R^2) ise 0,88 olarak saptanmıştır. Boy-ağırlık denkleminde ‘b’ değeri (2,74) (% 95CI: 2,73-2,75) olarak hesaplanmış ve bireylerdeki büyümenin negatif allometrik olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Araştırmada kullanılan tüm bireyler için ortalama kondisyon değeri ise 0,65 olarak hesaplanmıştır.

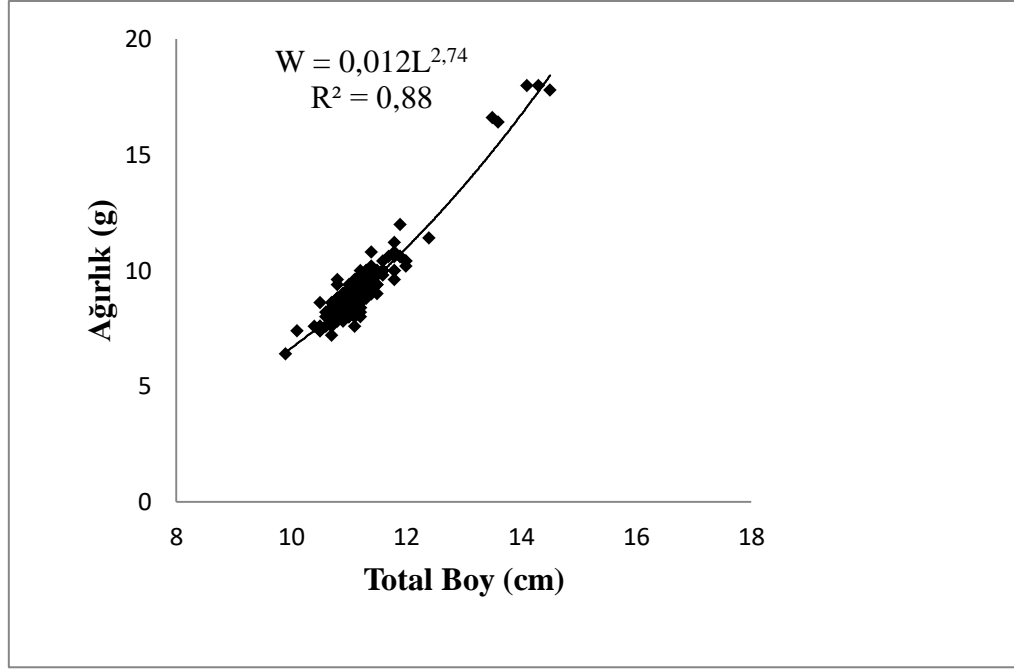
Türün sistematüğünde kullanılan kemiklerin, seçilen eksenlerdeki (A- Apofiz, B- Dişli kol ölçümleri değerlendirildiğinde); sağ premaksil kemiğinin ölçülen iki eksen de sol premaksil kemiğinden daha uzun olduğu belirlenmiştir. Sağ ve sol premaksil kemikleri üzerinde belirlenen eksenlerde alınan uzunluklar arasındaki farkların, hem A hem de B eksen için önemli ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Sağ premaksilde hesaplanan A/B oranı 1,20 olarak belirlenirken, sol premaksilde A/B oranı 1,21 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. *A. hepsetus*’un sağ ve sol premaksil kemiklerine ait uzunluk değerleri (A-Apofiz, B-Dişli kol)

	Sağ premaksil-A	Sol premaksil-A	Sağ premaksil-B	Sol premaksil-B
Ort.	7,4538	7,4093	6,1927	6,0875
SH	0,0249	0,0240	0,0261	0,0259
SS	0,3519	0,3382	0,3661	0,3645
Min.	6,4900	6,0500	5,2380	5,0340
Maks.	9,5310	9,0890	7,8780	7,9480
	P<0.05		P<0.05	



Şekil 4. Tüm bireyler için boy-frekans (A) ve ağırlık-frekans (B) dağılımı



Şekil 5. Boy-Ağırlık ilişkisi

TARTIŞMA ve SONUÇ

A. hepsetus'un değişkenlik özellikleri değerlendirildiğinde, bireylerde en az değişimi göz çapının gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1). Torcu ve Aka (2000), Edremit Körfezi'nde yaptıkları çalışmasında *A. hepsetus* için total boy-baş boyu oranını $4,15 \pm 0,08$ bulmuşken, Gemlik Körfezi'nde sürdürülen bu çalışmada da total boy-baş boyu oranı $5,23 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir (Tablo 3). *A. boyeri* için baş boyu total boyda 4 ya da daha az bulunurken, bu oran *A. hepsetus* için 4'ten daha fazladır şeklinde rapor edilmiştir (Quignard ve Pras 1986). Benzer şekilde Akşıray (1987) baş boyu tam boyda 5-5,5 defa bulunduğunu belirtmiştir. Türün bu araştırmada belirlenen Gemlik Körfezi popülasyonu ile Edremit Körfezi popülasyonunda (Torcu ve Aka, 2000) morfometrik özelliklerin ve yapılan oranlamalar arasındaki farklılığın ekolojik özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Demir, 2009). Taksonomik araştırmalarda, balığın büyüklüğü ile değişen metrik karakterlerin ölçülerek belirlenmesinden ziyade, bunların birbirleriyle oranlanarak hesaplanan oranların verilmesi türün diğer ekolojik şartlarında yaşayan bireyleriyle karşılaştırılması bakımından da önemlidir.

A. hepsetus türünün premaksil kemiğinde, Apofiz'in dişli koldan uzun olduğu belirtilmiş (Altun, 1999), bu çalışmada da apofiz boyu dişli koldan daha uzun ölçülmüştür (Tablo 4). Tayin anahtarında da apofizin dişli koldan uzun olması türün taksonomisinde kullanılan bir karakterdir (Quignard ve Pras 1986).

Türün Türkiye'de ve dünyada bazı popülasyonlarında hesaplanan boy-ağırlık ilişki parametreleri Tablo 5'de görülmektedir. Araştırmalarda hesaplanan b değerlerinin 2,74-3,23 arasında değişiklik göstermesinde birçok faktör etkili olabilmektedir. Tablo 5'te görüldüğü gibi araştırmalarda kullanılan balıkların hem sayıları farklı hem de minimum-maksimum boy ve ağırlık dağılımları farklı olması bu hesaplamalarda önem taşımaktadır. Aynı türde yıllar, farklı habitatlardaki popülasyonlar, cinsiyet dağılımı, mevsimler ve hayat dönemleri arasında da değişiklik gösterebilir ve parazit yerleşmesi, hastalık ve örnekleme anında midenin dolu ya da boş olması gibi faktörler bu parametreyi etkilemektedir (Ricker, 1975). Bununla birlikte balıklarda boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinin; gonad gelişimi, beslenme oranı ve yumurtlama periyodu gibi faktörlere göre değiştiği bilinmektedir (Bagenal ve Tesch 1978).

Bu popülasyon için kondisyon faktörü 0,65 olarak hesaplanmış olmakla birlikte denizlerimizdeki diğer popülasyonları ile karşılaştırma yapılamamıştır. Boy ve ağırlık verileri kullanılarak hesaplanan kondisyon faktörü (beslilik katsayısı) habitat özellikleri, yıl, mevsimsel veriler, yaş grupları dağılımı, eşey ve eşey oranı, eşeyssel olgunluk ve üreme dönemine göre değişmektedir (Erkoyuncu, 1995).

Bunların yanı sıra ortamda bulunan besin kaynaklarından faydalanma oranları ile de ilişkili olabileceği de düşünülmektedir.

Tablo 5. *A. hepsetus*'un farklı lokalitelerde belirlenen boy-ağırlık ilişkisi parametreleri

N	Total Boy min-maks		Ağırlık min-maks		a	b	r ²	Lokalite	Kaynak
564	5,8*	13,0*	**	**	0,0128	2,890	0,999	Eceabat, Çanakkale	Altun (2000)
23	4,3	9,4	**	**	0,0074	2,972	0,965	Strymon Halici, Yunanistan	Koutrakis ve Tsikliras, (2003)
31	8	11	**	**	0,0056	3,077	0,947	Rihios Halici, Yunanistan	Koutrakis ve Tsikliras, (2003)
186	4,0	9,4	**	**	0,0076	2,975	0,955	Cetina Halici, Hırvatistan	Dulcic ve Glamuzina, (2006)
210	4,2	9,0	**	**	0,0058	3,077	0,950	Neretva Halici, Bosna Hersek	Dulcic ve Glamuzina, (2006)
65	2,7	14,8	**	**	0,0037	3,236	0,979	Erdek Körfezi	Keskin ve Gaygusuz, (2010)
66	5	10,6	0,79	8,1	0,0059	3,06	0,998	Homa Dalyanı, İzmir Körfezi	Acarlı vd, (2014)
83	4,3	9,0	0,52	4,91	0,0058	3,069	0,990	Gediz, İzmir Körfezi	Kara vd, (2017)
213	99	145	6,4	18	0,0121	2,74	0,88	Gemlik Körfezi	Bu Çalışma

*Bu çalışmada çatal boy kullanıldığı belirtilmiştir. **Belirtilmemiş veri.

Sonuç olarak tespit edilen veriler, bu türün farklı ekolojik şartlardaki popülasyonlarında karşılaştırma yapılmasına imkan sağlayacaktır. Buna ilave olarak bundan sonra yapılacak yeni çalışmalarda elde edilecek her yeni bilgi, sürdürülebilir balıkçılık yönetim planları oluşturulmasında etkin rol oynayacaktır. Bu güne kadar *Atherina* cinsine ait türlerden sadece *A. boyeri*'nin otolit özellikleri sunulmuş olduğundan (Bostancı vd., 2017, Yedier vd. 2019), bundan sonraki yapılacak araştırmalarda bu cinse ait olan *A. hepsetus* ve *A. presbyter* türleri için de otolit biyometri özellikleri de belirlenmeli ve dolayısıyla *Atherina* cinsine ait bilgiler tamamlanmalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma "Gümüş Balığı, *Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758'in Marmara Denizi Populasyonu Üzerine Morfometrik Bir Araştırma" adlı yüksek lisans tezinin bir kısmı kullanılarak oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- Acarlı, D., Kara, A., & Bayhan, B. (2014). Length–weight relations for 29 fish species from Homa Lagoon, Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44(3), 249–257.
- Akşıray, F. (1987). Türkiye deniz balıkları ve tayin anahtarı. İ.Ü. Rektörlüğü Yayınları, no: 3490, 811s.
- Altun, Ö. (1999). Gümüşbalığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) popülasyonlarında gözlemlenen morfolojik varyasyonlar. *Turkish Journal of Zoology*, 23(ek sayı 3), 911-918.
- Altun, Ö. (2000). Some biological aspects of the sand smelt (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758) from Eceabat in the Dardanelles. *University of Istanbul the Journal of Biology*, 63, 69-77.
- Avşar, D. (2016). *Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği*. Akademisyen Kitabevi, 306 s.
- Bagenal, T.B., & Tesch, F.W. (1978). *Age and growth*, pp. 101-136, In: Methods for assessment of fish production in freshwaters, (Ed.:Bagenal T.B), Blackwell Science Publication, Oxford, p. 365.
- Bostancı, D., Yedier, S., Kontaş, S., Kurucu, G., & Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1), 11-16.
- Demir, N. (2009). *İhtiyoloji*. Nobel Yayın Dağıtım, No: 924, 423 s.
- Dulčić, J., & Glamuzina, B. (2006). Length–weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 254-256.
- Erkoyuncu, İ., (1995). *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:95, 265 s., Samsun.
- Fischer, W., Bauchot, M.L., & Schneider, M. (1987). *Fiches FAO identification des especes pou les besoins de la peche. (Revision 1)*. Mediterranee et Mer Noire. Zone de peche 37. 2. Vertebres. Publication prepare par la FAO (Project GCP/INT/422/EEC). Rome, FAO, 761-1530.

- Froese, R., & Pauly, D. (2019). Fishbase. Worl Wide Web Electronic Publication, www.fishbase.org (Accesed: 08/2019).
- Kara, A., & Akyol, O. (2003). Ege, Marmara ve Karadeniz’de *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) ve *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) popülasyonlarının bazı morfolojik özellikleri üzerine bir ön çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(3-4), 481-488.
- Kara, A., Sağlam, C., Acarlı, D., & Cengiz, Ö. (2017). Length-weight relationships for 48 fish species of the Gediz estuary, in Izmir Bay (Central Aegean Sea, Turkey). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(4), 879-884.
- Keskin, Ç., & Gaygusuz, Ö. (2010). Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *European Journal of Biology*, 69(2), 87-94.
- Koutrakis, E.T., Tsikliras, A.C. (2003). Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 258-260.
- Quignard, J.P., & Pras, A. (1986). *Atherinidae*. (Editors: Whitehead et all. 1986, Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, vol-3), 1207-1210.
- Ricker, W.E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations* (Vol. 191, pp. 1-382). Ottawa: Department of the Environment, Fisheries and Marine Service.
- Torcu, H., & Aka, Z. (2000). A Study on the fishes of Edremit Bay (Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 24(1), 45-62.
- Turan, C. (1999). A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: The Truss system. *Turkish Journal of Zoology*, 23, 259-263.
- Yedier, S., Bostancı, D., Konaş, S., Kurucu, G., Apaydın Yağcı, M., & Polat, N. (2019). Comparison of otolith morphology of invasive big-scale sand smelt (*Atherina boyeri*) from natural and artificial lakes in Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 635-645.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 663 p.

Gökkuşuğu Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) Ovaryum Sıvısının Sperm Motilite Parametreleri ve Döllenme Üzerindeki Etkisi

Güneş YAMANER^{ID}

İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar: gyamaner@istanbul.edu.tr

Araştırma Makalesi

Geliş 16 Aralık 2019; Kabul 27 Nisan 2020; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntı: Yamaner, G. (2020). Gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) ovaryum sıvısının sperm motilite parametreleri ve döllenme üzerindeki etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 266-274. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.660155>

Özet

Bu çalışmada, Gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) sperm aktivasyonunda aktivasyon solüsyonu olarak kuluçkahane suyuna ilaveten ovaryum sıvısının kullanılmasının motilite (%) ve eğrisel hız (VCI, $\mu\text{m}/\text{saniye}$) üzerindeki etkisi ve ovaryum sıvısı uzaklaştırılmış yumurta örneklerinde döllenme yüzdesi araştırılmıştır. Çalışmada üreme döneminde 3⁺ yaş grubuna ait üç adet dişi ve altı adet erkek balık kullanılmıştır. Her bir dişe bireye ait yumurta örneklerinde, analizi yapılan sperm örnekleri ile hem ovaryum sıvısı muhafaza edilerek hem de uzaklaştırılarak dölleme gerçekleştirilmiştir. Sperm örneklerine ait motilite (%) değerlerinde kuluçka suyu kullanılarak aktive edilmiş örnekler ile ovaryum sıvısı kullanılarak elde edilmiş örnekler arasındaki sonuçlar istatistiksel olarak farklı bulunmuşken ($p < 0.05$); motiliteye ait kinematik parametreler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Dölleme grupları arasında ise döllenme yüzdesinde herhangi bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Ovaryum sıvısı, Motilite parametreleri, Gökkuşuğu Alabalığı, Döllenme Yüzdesi

The Effect of Ovarian Fluid on Motility Characteristics and Fertilization Ratio of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm

Abstract

In this study, the effect of ovarian fluid and hatchery water as activation solutions for sperm activation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on motility (%) curvilinear velocity (VCI, $\mu\text{m} / \text{sec}$) and fertilization rate were analyzed. Three female and six male fish belonging to the 3⁺ age group were used in the study. Each females' egg was fertilized with analyzed sperm samples both either removing ovarian fluid or not. Between results of the motility (%) values of sperm samples that activated with hatchery water and ovarian fluid were found statistically different ($p < 0.05$); the difference between the kinematic parameters of motility was insignificant ($p > 0.05$) among group. There was no difference between the fertilization rate in the groups.

Keywords: Ovarian fluid, Motility Characteristics, Rainbow trout, fertilization rate

GİRİŞ

Spermatozoa motilitesi ve spermatozoaya ait hız parametreleri, erkek bireylerin sahip olduğu üreme başarısının belirlenmesinde ve bu bireylerin gamet kalitesinin ortaya konmasında kullanılan iki önemli parametredir. Yüksek motiliteye ve hıza sahip olan spermatozoa'nın mikrofil deliğine daha kısa zamanda ulaşması, bu sperm hücrelerinin, "Dölleme Yeteneği Yüksek" başka bir deyişle "Kaliteli Sperm" olarak sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Sperm motilitesinin analizi dış döllenme özelliğine sahip, gametlerini su ya da benzeri solüsyon içerisine bırakan türlerde özellikle önem arz etmektedir (Kime vd., 2001; Cosson, 2004) ve spermatozoonların bu su içerisinde mikrofil açıklığına doğru hareketini belirlemede kullanılan bu analiz, döllenme sürecinde kritiktir (Cosson vd., 2008; 2010).

Birçok Teleost balık türünde olduğu gibi Salmonid balık türlerinde de spermatozoa testiste ve seminal plazma içerisinde hareketsiz bir haldedir. Salmonid balıklarda spermatozoa'nın immotile halde kalmasının ilk nedeni seminal plazmanın ihtiva ettiği Potasyum (K^+) iyonudur. Su ya da yapay olarak hazırlanmış aktivasyon solüsyonunun içerisine bırakılan spermatozoa, seminal plazma'nın K^+ iyonundaki değişim ile motil hale geçerler başka bir deyişle hareketlilik kazanırlar. Salmonid balıklarda K^+ iyonunun spermatozoa motilitesini inhibe edici bu özelliğine ilaveten, dişi balıklarda

ovaryum sıvısının ihtiva ettiği Sodyum (Na^+) ve Kalsiyum gibi (Ca^{2+}) katyonlarının konsantrasyonlarında sperm motilitesini etkiyebilemektedir (Stoss, 1983; Billard ve Cosson, 1992).

Salmonid balıklarda ovaryum sıvısı toplam yumurta hacminin %10-30 oranında bir hacime sahiptir ve yumurtaların bırakılması ile su ortamına bırakılmaktadır. Ovaryum sıvısı kan plazmasının filtrasyonu ve ovaryuma ait epitel dokunun salgı aktivitesi sonucu oluşmaktadır ve çeşitli yapı maddelerini, metabolitleri ve hormonları içermektedir (Hirano vd., 1978; Lahnsteiner vd., 1995; Zadmajid vd., 2019). Ovaryum sıvısının sperm motilitesini başlatmak ve arttırmak başta olmak üzere, dölleme yüzdesini arttırmak, feromon özellikler, cinsiyet steroidlerini arttırmak ve yumurtaları korumak gibi özellikleri vardır (Lahnsteiner, 2002; Johnson vd., 2004). Bununla birlikte ovaryum sıvısının spermatozoa yaşam süresini arttırdığı (Lahnsteiner vd., 1995; Dietrich vd., 2008) ve spermatozoa kinematik parametrelerinden hız, yön ve hareket şekli gibi parametreleri etkilediği de bilinmektedir (Lahnsteiner vd., 1995). Yapılan çalışmalar ile ovaryum sıvısının dölleme ortamında bulunmasının spermatozoonların yaşam süresini arttırdığı Tatlı su balıklarından Dere iskorpit balığı (*Cottus gobio*) (Lahnsteiner vd., 1997) ve Kahverengi alabalık (*Salmo trutta f.fario*) gibi türlerde ortaya konmuştur (Lahnsteiner, 2002). *Salvelinus alpinus* (Turner ve Montgomeria, 2002; Dietrich vd., 2008); Atlantik morinası (*Gadus morhua*) (Litvak ve Trippel, 1998) gibi türlerde spermatozoa aktivasyonu için ovaryum sıvısının kullanılmasının; tatlı su, deniz suyu ya da yapay aktivasyon solüsyonlarının kullanıldığı durumlar ile karşılaştırılmasında, spermatozoa hız parametrelerinde ve motilite süresinde artış ile sonuçlandığı bulunmuştur. Bu çalışmaların aksine *Spinachia spinachia* (Elofsson vd., 2003) ve Kızıl Somon Balığı (*Oncorhynchus nerka*) (Macfarlane, 2002) gibi türlerde ovaryum sıvısının sperm yaşam süresi üzerinde arttırıcı bir etkisinin olmadığını ifade eden çalışmalarda mevcuttur. Ovaryum sıvısının kimyasal ve fiziksel yapısı balık türleri arasında olduğu gibi tür içerisinde de farklılık göstermektedir ve dölleme esnasında her bir dişi balık üreme dönemi sürecinde kendine özgü bir dölleme ortamı yaratır (Lahnsteiner, 2002). Ovaryum sıvısının, spermin ortama bırakılmasından sonra, yumurta ve spermatozoa arasındaki etkileşimi başlattığı, dispersiyonu düşürdüğü ve dölleme için gerekli olan mikro-çevre ortamını sağlayan iyon konsantrasyonunu koruduğu bilinmektedir (Lahnsteiner, 2002; Rosengrave vd., 2009). Tüm bu aşamalarda, ovaryum sıvısının tür içerisinde her bir dişide farklı kimyasal ve fiziksel özellikte olması, spermatozoa üzerindeki farklı etkilerini de açıklamaktadır. Aynı zamanda bu kimyasal ve fiziksel özellikler, spermatozoa'da motilite başlar başlamaz, ortamdaki yumurta ve ovaryum sıvısının varlığı ile sperm hücrelerinin yumurtaya doğru hareket etmeye başlamasını sağlamaktadır ve bu "Kemotaksi" olarak bilinmektedir (Morisawa ve Yoshida, 2005). Litvak (Litvak ve Trippel, 1998) ve Rakitin (Rakitin vd., 1999a,b) yapmış olduğu çalışmada erkek bireyin dölleme başarısının farklılığını; farklı dişilere ait ovaryum sıvılarının farklı kimyasal özelliklerinden kaynaklandığı ifade etmektedir.

Dölleme esnasında kullanılan su ya da benzeri aktivasyon solüsyonları spermatozoaaktivasyonunu sağlamanın yanı sıra yumurtanın dölleme sonrasında mikrofil açıklığının kapanmasını da sağlamaktadır (Lahnsteiner, 2002). Döllemeyi ve gamet fizyolojisini büyük oranda etkileyen bu solüsyon bu güne kadar birçok balık türünde çalışılmış ve günümüze kadar yapılan çalışmalar ile her bir tür için optimal aktivasyon solüsyonu ortaya konmuştur (Zadmajid vd., 2019). Bu çalışmada ise, yapay bir aktivasyon solüsyonu kullanılmamış; ovaryum sıvısı ve kuluçkahane suyu ile sperm motilite analizleri yapılarak, analizi yapılan örnekler ile dölleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacını Gökkuşluğu alabalığında ovaryum sıvısının motilite ve dölleme üzerindeki etkisini ortaya koymak oluşturmaktadır. Ovaryum sıvısının spermatozoa motilitesi üzerindeki etkisinin incelenmesine ilaveten; bu etkinin dölleme ile ilişkisinin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan balıklar

Çalışmada İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Araştırma ve Uygulama Biriminde bulunan, birimin Rutin üretim çalışmalarında kullandığı Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaç balıkları kullanılmıştır. 3⁺ yaş grubunda üç adet dişi Gökkuşluğu alabalığı ve 3⁺ yaş grubunda altı adet erkek Gökkuşluğu alabalığı üreme dönemi olan Aralık ayında sağım işlemine tabii tutulmuşlardır.

Balıkların sağım işlemi

Buldukları tanklardan Anestezi tankına alınan balıklar, bayıldıktan sonra sağım işlemi gerçekleştirilmiştir. Anestezi maddesi olarak Phenoxyethanol (385 mg/l) kullanılmıştır (Steinum ve

Candan, 2010). Abdomen bölgesi kurulan dişi balıklar kuru sağımlarına; erkek balıklar ise kuru cam beherlere sağılmıştır. Örnekler analiz çalışmasına kadar +4 °C’de strafor kutu içerisinde muhafaza edilmişlerdir.

Fekonditenin belirlenmesi

Dişi balıklardan alınan yumurtalarda her bir dişi balık için alt örnekleme yöntemi ile fekondite belirlenmiştir. Her bir dişiden alınan yumurta örneği tartılarak, tartılan gramajdaki yumurta sayısı hesaplanmıştır. Fekondite hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Σ Fekondite (adet/ Σ kg)=Alt örnek yumurta sayısı (adet)* Σ Yumurta ağırlığı (gr)/Alt örnek ağırlık (gr) (Hunter vd., 1985).

Spermatolojik özelliklerin belirlenmesi

Her bir erkek balıktan alınan sperm örneklerinde spermatolojik özelliklerden spermatozoa motilitesi (%) ve spermatozoaya ait hareket özelliklerinden eğrisel hız (VCL, μ m/sn), Bilgisayarlı Otomatik Sperm analiz Sistemi ile ölçülmüştür. Bahsi geçen sistemde normal lam kullanılmayıp, özel bölmeli ve hacimli lam kullanıldığından, mikropipet yardımı ile alınan sperm örnekleri ependorf tüpe aktarılmış ve üzerine aktivasyon solüsyonu eklenmiştir. Sulandırma oranı olarak 1:500 (sperm: sulandırıcı) oranı kullanılmıştır. Çalışmada aktivasyon solüsyonu olarak iki farklı solüsyon kullanılmıştır. Anaç balıkların bakımının yapıldığı su kaynağı ilk aktivasyon solüsyonu olarak; dişi balıkların sağımlarında temin edilen her bir dişiye ait ovaryum sıvısı ise ikinci aktivasyon solüsyonu olarak belirlenmiştir. Aktivasyon solüsyonunun eklenmesinden hemen ardından, karışımdan alınan sulandırılmış örnek lama ait özel bölmeye konulmuştur. Analiz için hazırlanmış lam örneği sistemin parçalarından biri olan mikroskoba yerleştirilmiştir. Mikroskoba bağlı bulunan kamera sistemi ile spermatozoonların hareketinin 10.saniyesinde motilite ve motiliteye bağlı kinematik parametreler kaydedilmiştir. Her bir sperm örneği için 3 video analizi 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. CASA sistemi kaydedilen video görüntülerini kayıttan sonra analiz yapmaya olanak verdiği için; tüm örneklerin hareketliliğinin mikroskop altında kaydedilmesinden sonra, depolanan veriler yine sistem parçalarından birini oluşturan, motilite ve motiliteye ait kinematik hız parametrelerinin analizini otomatik olarak yapan yazılım sistemi (Hamilton) ile belirlenmiştir (Boryshpolets vd., 2013; Özgür vd., 2019).

Deneme grupları ve dölleme çalışması

Her bir dişi balıktan alınan toplam yumurta gramajı hesaplandıktan sonra, yumurtalar ile birlikte bulunan ovaryum sıvısı temiz bir süzgeç yardımı ile uzaklaştırılarak temiz başka bir kaba aktarılmıştır. Ovaryum sıvısız kalan toplam yumurtalar, eşit gramajda iki kısma ayrılmıştır. Bir kısım yumurtanın üzerine, daha önce ayrılmış ovaryum sıvısı eklenirken; diğer kısım yumurta ovaryum sıvısız halde bırakılmıştır. Her bir dişiden ovaryum sıvılı ve ovaryum sıvısız olmak üzere iki kısma ayrılan yumurtalar, spermatolojik özellikleri belirlenmiş iki adet erkek bireye ait spermler ile pooling yapılarak döllelenmiştir. Dölleme esnasında biriminin rutin dölleme çalışmalarında ki prosedür izlenmiş herhangi bir modifikasyon yapılmamıştır (Çelikkale, 2002). Her bir dişi balık için iki adet olmak üzere toplam altı adet farklı erkek birey kullanılmıştır. Dölleme esnasında aktivasyon ve dölleme solüsyonu olarak, balıkların içerisinde bulunduğu tankı besleyen ve spermatolojik özelliklerin belirlenmesinde aktivasyon solüsyonu olarak kullanılan su kaynağı kullanılmıştır.

Dölleme işleminden sonra döllelenmiş yumurtalar, birim kuluçkahanesine ait işaretlenmiş basket inkübatör sistemlerine her bir grup bir baskette olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Günlük olarak ölü yumurtalar sifonlama yöntemi ile temizlenmiş ve gruplara ait mortalite kaydedilmiştir. Dölleme yüzdesi gözlü evre aşamasına kadar belirlenmiştir ve aşağıdaki formülasyon kullanılmıştır.

Dölleme yüzdesi (%)= Σ Döllelenmiş yumurta sayısı/ Σ Yumurta sayısı*100

İstatistiksel analizler

Deneme sonunda elde edilen veriler ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte sunulmuştur. Elde edilen veriler STATISTICA v.8 programı yardımı ile bağımsız t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Zar, 1996).

BULGULAR

Çalışmada üç dişi bireyden ortalama 7115±699 adet yumurta alınmıştır. Çalışmada kullanılan her bir dişi balıkta hesaplanan toplam fekondite miktarları ve her bir dişi balığa ait dölleme çalışmasında kullanılan yumurta adetleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Dişi bireylere ait toplam fekondite miktarları ve dölleme çalışmasında kullanılan yumurta sayıları

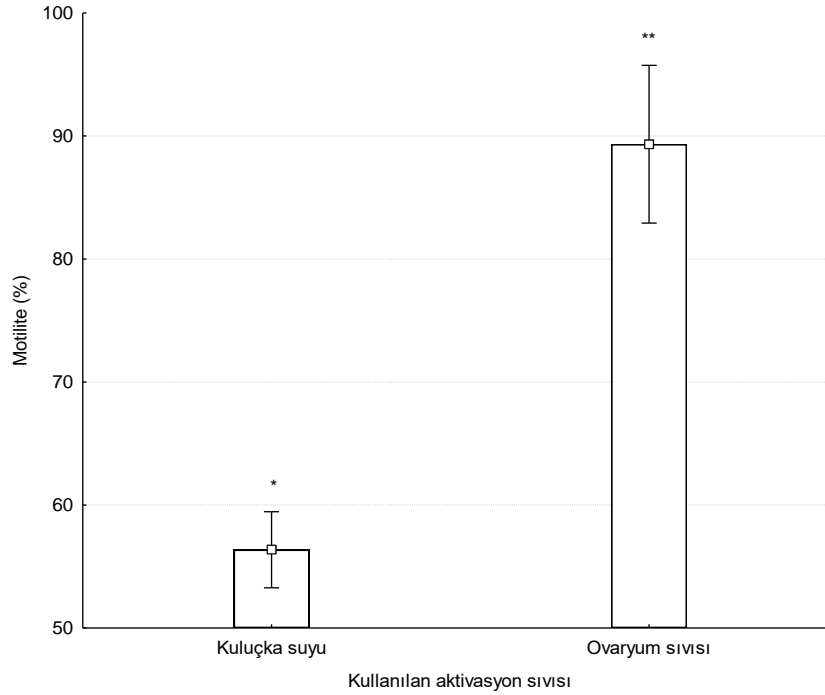
Birey	Σ Fekondite (adet)	Ovaryum sıvılı döllenen yumurta sayısı (adet)	Ovaryum sıvısız döllenen yumurta sayısı (adet)
1	7911	3955	3956
2	6835	3417	3418
3	6600	3300	3300

Çalışmada kullanılan erkek balıklardan elde edilen sperm örneklerinde analiz edilen spermatolojik parametreler ve ortalama sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Ovaryum sıvısı ve Kuluçkahane suyu kullanılarak aktive edilen Sperm örneklerinde motilite (%), ve VCL ($\mu\text{m/s}$) (Ort \pm sd)

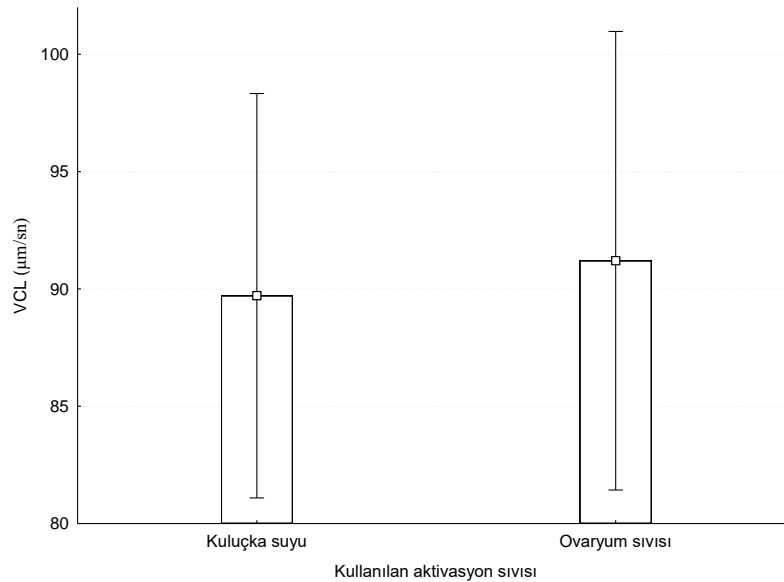
Birey (n:2)	Aktivasyon solüsyonu	Parametreler	
		Motilite (%)	VCL ($\mu\text{m/s}$)
1	Kuluçka suyu	56,1 \pm 1,8	94 \pm 1
	Ovaryum sıvısı	93,3 \pm 1,1	96 \pm 0,5
2	Kuluçka suyu	52 \pm 0,7	76 \pm 2,7
	Ovaryum sıvısı	78,4 \pm 0,8	75,1 \pm 4
3	Kuluçka suyu	61 \pm 0,4	100 \pm 4,5
	Ovaryum sıvısı	96,3 \pm 0,9	102,3 \pm 3

Kuluçka suyu ile aktivasyonda elde edilen spermatozoa motilite yüzdeleri, ovaryum sıvısı ile elde edilen yüzdelerden daha düşük bulunmuştur. Pooling yapılan spermelerde kuluçka suyu ile aktivasyonda spermatozoa motiliteleri sırası ile ilk grupta %56,1 \pm 1,8; ikinci grupta %52 \pm 0,7 ve üçüncü grupta %61 \pm 0,4 olarak hesaplanmıştır. Aynı sperm örnekleri ovaryum sıvısı ile aktive edildiğinde ise elde edilen motilite sonuçları sırası ile %93,3 \pm 1,1; 78,4 \pm 0,8 ve %96,3 \pm 0,9 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Aktivasyon solüsyonu olarak kuluçka suyu ve ovaryum sıvısı kullanılan bu örneklerde, elde edilen motilite sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında iki aktivasyon solüsyonu ile elde edilen motilite sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 1).



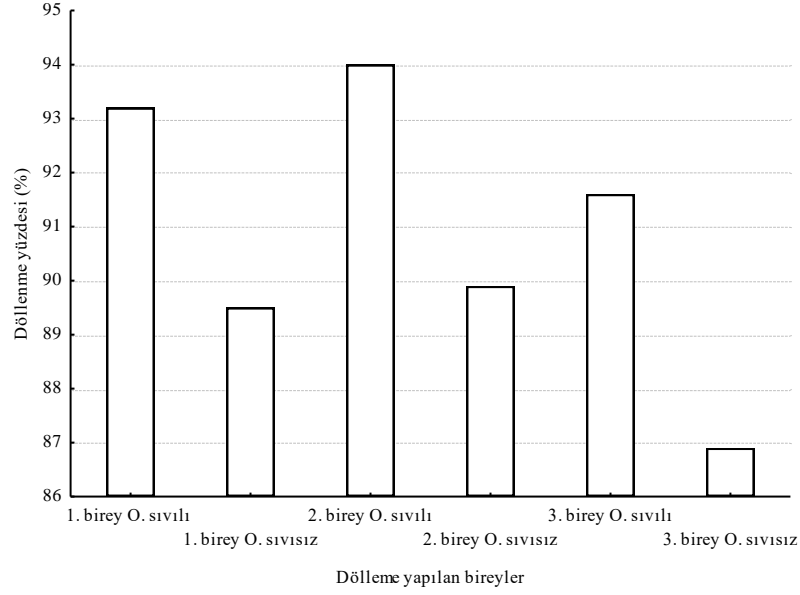
Şekil 1. Sperm örneklerinde kuluçka suyu ve ovaryum sıvısı kullanılarak elde edilen ortalama motilite (%) değerleri. Grafiklerde değerler Ortalama±SD olarak verilmiştir. * değerler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

En yüksek olarak üçüncü deneme grubunda hem kuluçka suyu ($100 \pm 4,5 \mu\text{m/sn}$) hem de ovaryum sıvısı kullanılarak elde edilen motilite VCL değeri ($102,3 \pm 3 \mu\text{m/sn}$) sırası ile birinci deneme grubunda kuluçka suyu için $94 \pm 1 \mu\text{m/sn}$; ovaryum sıvısı için ise $96 \pm 0,5 \mu\text{m/sn}$ olarak; ikinci deneme grubunda ise kuluçka suyu için $76 \pm 2,7 \mu\text{m/sn}$; ovaryum sıvısı için ise $75,1 \pm 4 \mu\text{m/sn}$ olarak tespit edilmiştir. Eğrisel hız sonuçlarında her iki parametreye ait sonuçlar her iki solüsyonda da elde edilen sonuçlar ile benzer bulunmuş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Sperm örneklerinde kuluçka suyu ve ovaryum sıvısı (OS) kullanılarak elde edilen VCL ($\mu\text{m/sn}$) değerleri. Grafiklerde değerler Ortalama±SD olarak verilmiştir.

Ovaryum sıvısı ile ve ovaryum sıvısı uzaklaştırılarak yapılan dölleme çalışması sonucunda, elde edilen dölleme yüzdeleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Tüm yumurta gruplarında dölleme görülmüşken; ovaryum sıvısının uzaklaştırıldığı gruplarda dölleme yüzdeleri ovaryum sıvılı dölleme sonuçlarına göre daha düşük bulunmuştur.



Şekil 3. Deneme gruplarında dölleme yüzdeleri

TARTIŞMA ve SONUÇ

Ovarian epitel hücrelerinden oluşmuş ovaryum sıvısı organik (protein, serbest aminoasitler, glikoz, fosfolipitler, kolesterol ve çeşitli enzimler) ve inorganik maddeleri (Na^+ , Ca^{2+} , osmolarite ve pH) ihtiva etmektedir ve dış dölleme özelliğine sahip salmonid balıklarda yumurta ile birlikte vücuttan dışarı atılmaktadır (Lahnsteiner, 2002). Ovulasyonun son ermesi ile dölleme yeteneği kazanmış olan yumurtalar vücut boşluğuna dökülür ve vücuttan dışarı atılana kadar yarı yapışkan olan ovaryum sıvısının içinde muhafaza edilir (Lahnsteiner, 2002). Ovaryum sıvısının bu organik ve inorganik yapısı ve varlığı inseminasyon aşamasında gametlerin bulunduğu çevreyi etkilediği kadar; sperm/yumurta (kemotaksi) etkileşimi üzerinde de etkilidir (Barrannikova vd., 2002; Bayunova vd., 2003).

Sperm motilitesi sperm kalitesinin belirlenmesinde ve dölleme yüzdesinin başarısında kullanılan parametrelerden biri (Lahnsteiner vd., 1998; Golpour vd., 2013) ve ovaryum sıvısının direk olarak etkilediği, dölleme başarısını belirleyici faktörlerdendir. Ovaryum sıvısının yumurtaları ve yumurtaların dölleme yeteneğini korumasının yanı sıra, döllemedeki diğer etken olan spermatozoa motilitesi ve motilite parametreleri üzerindeki etkisi de yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Dil balığı (*Solea selanegansis*) ile yapılan çalışmada; ovaryum sıvısı ile aktivasyonun sağlandığı sperm örneklerinde elde edilen değerler, yapay aktivasyon solüsyonu ile elde edilen değerlerden çok daha yüksek bulunmuştur (Diogo vd., 2010). Gökkuşluğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) (Yoshida, 1972; Dietrich vd., 2008); Göl alabalığında (*Salvelinus namaycush*) (Galvano vd., 2013); Kafkas alabalığında (*Salmo trutta caspius*) (Hatef vd., 2009); Kral somon balığında (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Rosengrave vd., 2009) ve Alp alabalığında (*Salvelinus alpinus*) (Turner ve Montgomerie, 2002) kuluçkahane suyu ya da aktivasyon solüsyonları ile elde edilen motilite değerleri; ovaryum sıvısı ile elde edilen motilite değerlerinden çok daha düşük bulunmuş ve ovaryum sıvısının motiliteyi arttırıcı etkisi ortaya konmuştur. Hatef vd., (2009) Kafkas alabalığı ile yapmış olduğu çalışmada spermatozoa aktivasyonu için tatlı su, deniz suyu ve ovaryum sıvısını kullanmış ve sperm motilitesine ilaveten en yüksek dölleme yüzdesini deniz suyu ve ovaryum sıvısı kullandığı gruplarda bulmuştur. Yazar bir tatlı su balığı olmasına rağmen, bu türün sperm aktivasyonunda deniz suyunun daha iyi sonuç vermesini deniz suyunun ve ovaryum sıvısının benzer oranda Na^+ içermesi ve tuzun motilite süresini uzatması sebebi ile olduğunu açıklamıştır. Ovaryum sıvısının varlığı ve motilite arttırıcı etkisi deniz balıklarında da çalışılmış (Dil balığı); aktivasyon solüsyonu olarak sadece deniz suyunun kullanıldığı örneklerde motilite sağlanamamışken; ovaryum sıvısının eklenmesi ile bu

örneklerde motilite görülmüştür (Alonzo vd., 2016; Diogo vd., 2010; Litvak vd., 1998). Döllemede etkin rol oynayan spermatozoa hızı da, sperm motilitesine benzer bir şekilde ovaryum sıvısının kullanılması durumunda diğer aktivasyon solüsyonlarına göre artış göstermiş ve bu durum göl alabalığında (Butts vd., 2012), gökkuşağı alabalığında (Dietrich vd., 2008) kral somon balığı (Rosengrave vd., 2009; 2016) ve Alp alabalığında (Turner ve Montgomerie, 2002) yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Yine kral somon balığında yapılan bir çalışmada spermatozoa aktivasyonunun ovaryum sıvısı ile yapıldığı her durumda spermatozoaya ait tüm kinematik parametrelerin arttığı bildirilmiştir (Butts vd., 2017). Bu çalışmada sperm motilitesinin ovaryum sıvısı ile artış gösterdiği bulunmuştur. Sperm örneklerinde ovaryum sıvısı ile aktivasyon sonrasında elde edilen motilite değeri 78-96% arasında değişiklik göstermiş ve bu sonuçlar kuluçka suyu ile aktive edilerek elde edilen değerlerden (%52-61) daha yüksek bulunmuştur.

Ovaryum sıvısının inorganik ve organik yapısı motilite kadar döllemede diğer bir sperm kalitesi parametresi olan spermatozoa hızları üzerinde de etkilidir. Atlantik morinası (*Gadus morhua*) (Litvak ve Trippel, 1998), Gökkuşağı alabalığı (Wojtczak vd., 2007; Dietrich vd., 2008) ve Alp alabalığında (Turner ve Montgomerie, 2002; Urbach vd., 2005) yapılan çalışmalarda yapay olarak hazırlanmış aktivasyon solüsyonlarında elde edilen sperm motilitesine ait hız değerleri; ovaryum sıvısı ilave edilen aktivasyon solüsyonlarında elde edilen sonuçlardan çok daha düşük bulunmuş ve ovaryum sıvısının hızı arttırıcı etkisi ortaya konmuştur. Son zamanlarda kral somon balığında in vitro olarak yapılan bir çalışmada, ovaryum sıvısı içerisinde en yüksek hıza sahip olan spermatozoa dölleme yüzdesinin diğerlerine göre çok daha yüksek olduğu ve ovaryum sıvısının varlığı ile hazırlanmış bu rekabetçi ortamın spermatozoa hızını arttırması ile sonuçlanmasına ilaveten, spermatozoa hızı ile embriyonun hayatta kalma yüzdesi arasında da bir ilişki olduğu ifade edilmiştir (Lewis ve Pitcher, 2017; Rosengrave vd., 2016). Kral somon balığı ile yapılan başka bir çalışmada ise su ile aktivasyonun sağlanmasında sperm hızı daha düşük olmasına rağmen; dölleme yüzdesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Lehnert vd., 2017). Aynı çalışmada ovaryum sıvısında aktive olan spermatozoa hızları, aktivasyon solüsyonu olarak sadece suyun kullanıldığı deneme gruplarından %23.7 oranında daha yüksek olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada spermatozoaya ait VCL değerlerinde, aktivasyon solüsyonu olarak kuluçkahane suyu ya da ovaryum sıvısı kullanılmasının bir fark yaratmadığı; her iki aktivasyon solüsyonunda sperm hücrelerinin benzer hız değerlere sahip olduğu bulunmuştur.

Ovaryum sıvısı ve spermatozoa motilitesi arasındaki ilişki hakkında yapılan ve ovaryum sıvısının aktivasyon solüsyonu olarak kullanılması esnasında sulandırılması gerektiğini ifade eden çalışmalarda mevcuttur. Wojtczak vd., (2007) salmonid balıklarda ovaryum sıvısının % 50 oranında sulandırılması ile daha yüksek motilite değerinin elde edildiğini bildirmişken; Dil balığında yapılan bir çalışmada %25 oranında sulandırmanın en iyi değerleri verdiği ortaya konmuştur (Diogo vd., 2010). Bu çalışmada ovaryum sıvısı herhangi bir sulandırmaya tabii tutulmamıştır (% 100) ve elde edilen motilite değerleri değerlendirildiğinde ovaryum sıvısının %100 kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Birçok deniz ve tatlı su balığında ovaryum sıvısı dölleme kapasitesi ve sperm motilitesi üzerinde etkilidir (Koya vd., 1993; Lahnsteiner vd., 1995; Rosengrave vd., 2008; İnanan ve Öğretmen, 2015; Özgür, 2018). Ovaryum sıvısının dölleme üzerindeki bu etkisi bilinmesine rağmen bu etkinin nasıl olduğu ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Yapılan çalışmalar ovaryum sıvısının uzaklaştırılmasının dölleme yüzdesinde düşüklük ile sonuçlandığını ancak yine de döllemenin gerçekleştiğini ortaya koymuştur (Stoddard vd., 2006). Bu çalışmalara ilaveten Dil balığı ile yapılan bir çalışmada ovaryum sıvısının dölleme üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Jia vd., 2015).

Bu çalışmada, ovaryum sıvısı ile aktive olan spermatozoa'da motilite değerleri yüksek bulunmuş ve buna ilaveten ovaryum sıvısının uzaklaştırılması ile gerçekleştirilen dölleme çalışmasındaki gruplardaki dölleme yüzdesi, ovaryum sıvısının muhafaza edildiği gruplardan daha düşük bulunmuştur. Ancak deneme grupları arasındaki dölleme yüzdesinin farkı kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Döllemenin yapıldığı sperm örneklerinde motilite arasında ki istatistiksel fark ise, kullanılan kuluçkahane suyunun sperm motilitesini sağlamak için çok efektif olmadığını ancak dölleme solüsyonu olarak kullanıldığında yumurta ve sperm etkileşimine ilaveten yumurtanın kemotaksisi üzerinde etkili olduğu ve ovaryum sıvısının uzaklaştırılmış olmasına rağmen döllemede ovaryum sıvısı kadar yumurtanın kendisinin de kemotaksi sağlayabildiği ve yumurtanın kemoatraktan yardımı ile sperm hücrelerini döllemede kullandığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alonzo S.H., Stiver K.A., & Marsh-Rollo S.E. (2016). Ovarian fluid allows directional cryptic female choice despite external fertilization. *Nature Communications*, 7, 124-152.
- Barannikova I.A., Dyubin V.P., Bayunova L.V., & Semenkov T.B. (2002). Steroids in the control of reproductive function in fish. *Neuroscience and Behavioral physiology*, 32(2), 141-148.
- Bayunova L.V., Barannikova I.A., Dyubin V.P., Gruslova A.B., Semenkov T.B., & Trenkler I.V. (2003). Sex steroids concentrations in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) serum and coelomic fluid at final oocyte maturation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4), 325-326.
- Billard R., & Cosson M. (1992). Some problems related to the assessment of sperm motility in freshwater fish. *Journal of Experimental Biology*, 261, 122-131.
- Boryshpolets, S., Kowalski, R. K., Dietrich, G. J., Dzyuba, B., & Ciereszko, A. (2013). Different computer-assisted sperm analysis (CASA) systems highly influence sperm motility parameters. *Theriogenology*, 80(7), 758-765.
- Butts I.A., Johnson K., Wilson C.C., & Pitcher T.E. (2012). Ovarian fluid enhances sperm velocity based on relatedness in lake trout, *Salvelinus namaycush*. *Theriogenology*, 78(9), 2105-2109.
- Butts I.A., Prokopchuk G., Kašpar V., Cosson J., & Pitcher T.E. (2017). Ovarian fluid impacts flagellar beating and biomechanical metrics of sperm between alternative reproductive tactics. *Journal of Experimental Biology*, 220(12), 2210-2217.
- Cosson J. (2004). The ionic and osmotic factors controlling motility of fish spermatozoa. *Aquaculture International*, 12, 69-85.
- Cosson J. (2008). *Methods to analyse the movements of the spermatozoa and their flagella*. In: Alavi SMH, Cosson J, Coward K, Rafiee G. editors. *Fish spermatology*. Alpha Science Ltd, Oxford, pp 63-102.
- Cosson J. (2010). Frenetic activation of fish spermatozoa flagella entails short-term motility, portending their precocious decadence. *Journal of Fish Biology* 76, 240-279.
- Çelikkale, M.S. (2002). *İçcu Balıkları ve Yetiştiriciliği*. Cilt 1, 3.Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Genel Yayın No: 124, Fakülte Yayın No: 2, Trabzon.
- Dietrich G.J., Wojtczak M., Słowińska M., Dobosz S., Kuźmiński H., & Ciereszko A. (2008). Effects of ovarian fluid on motility characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) spermatozoa. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 503-507.
- Diogo P., Soares F., Dinis M.T., & Cabrita E. (2010). The influence of ovarian fluid on *Solea senegalensis* sperm motility. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(5), 690-695.
- Elofsson H., Van Look K., Borg B., & Mayer I. (2003). Influence of salinity and ovarian fluid on sperm motility in the fifteen-spined stickleback. *Journal of Fish Biology*, 63(6), 1429-1438.
- Galvano P.M., Johnson K., Wilson C.C., Pitcher T.E., & Butts I.A. (2013). Ovarian fluid influences sperm performance in lake trout, *Salvelinus namaycush*. *Reproductive biology*, 13(2), 172-175.
- Golpour A., Akhoundian M., Khara H., Rahbar M., & Dadras H. (2013). Changes of sperm quality parameters in Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*) during spawning migration. *Czech Journal of Animal Science*, 3, 117-124.
- Hatef A., Niksirat H., & Alavi S.M.H. (2009). Composition of ovarian fluid in endangered Caspian brown trout, *Salmo trutta caspius*, and its effects on spermatozoa motility and fertilizing ability compared to freshwater and a saline medium. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35(4), 695-700.
- Hirano T., Morisawa M., & Suzuki K. (1978). Changes in plasma and coelomic fluid composition of the mature salmon (*Onchorhynchus keta*) during freshwater addition. *Comparative Biochemistry and Physiology*, A 61, 5-8.
- Hunter, J. R., Lo, N. C., & Leong, R. J. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes (pp. 67-77). NOAA Technical Report NMFS 36.
- İnanan B.E., & Öğretmen F. (2015). Determination of differences in the biochemical properties of sperm activating and non-activating ovarian fluids and their influences on sperm motility in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 448, 539-544.
- Jia Y.D., Niu H.X., Meng Z., Liu X.F., & Lei J.L. (2015). Biochemical composition of the ovarian fluid and its effects on the fertilization capacity of turbot *Scophthalmus maximus* during the spawning season. *Journal of Fish Biology*, 86(5), 1612-1620.
- Johnson S.L., Villarroel M., Rosengrave P., Carne A., Kleffmann T., Lokman P.M., & Gemmell N.J. (2014). Proteomic analysis of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) ovarian fluid. *PLoS One*, 9(8), e104155.
- Kholodnyy V., Gadélha H., Cosson J., & Boryshpolets S. (2019). How do freshwater fish sperm find the egg? The physicochemical factors guiding the gamete encounters of externally fertilizing freshwater fish. *Reviews in Aquaculture*, 1-28.

- Kime D.E., Van Look K.J.W., McAllister B.G., Huyskens G., Rurangwa E., & Ollevier F. (2001). Computer-assisted sperm analysis (CASA) as a tool for monitoring sperm quality in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, 130(4), 425-433.
- Koya Y., Munehara H., Takano K., & Takahashi H. (1993). Effects of extracellular environments on the motility of spermatozoa in several marine sculpins with internal gametic association. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 106(1), 25-29.
- Lahnsteiner F., Weisman T.R., & Patzner A. (1995). Composition of the ovarian fluid in 4 salmonid species: *Onchorhynchus mykiss*, *Salmo trutta f lacustris*, *Salvelinus lacustris*, and *Hucho hucho*. *Reproduction Nutrition Development*, 35, 465-474.
- Lahnsteiner F., Berger B., Weismann T., & Patzner R.A. (1997). Sperm structure and motility of the freshwater teleost *Cottus gobio*. *Journal of Fish Biology*, 50(3), 564-574.
- Lahnsteiner F. (2002). The influence of ovarian fluid on the gamete physiology in the Salmonidae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27(1-2), 49-59.
- Lehnert S.J., Butts I.A., Flannery E.W., Peters K.M., Heath D.D., & Pitcher T.E. (2017). Effects of ovarian fluid and genetic differences on sperm performance and fertilization success of alternative reproductive tactics in Chinook salmon. *Journal of Evolutionary Biology*, 30(6), 1236-1245.
- Lewis J.A., & Pitcher T.E. (2017). Tactic-specific benefits of polyandry in Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Journal of Fish Biology*, 90(4), 1244-1256.
- Litvak M.K., & Trippel E.A. (1998). Sperm motility patterns of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to salinity: effects of ovarian fluid and egg presence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(8), 1871-1877.
- Macfarlane C.P. (2002). *Gametic interactions in externally fertilising fishes*. Ph.D. Thesis. University of Liverpool, 118 p., UK.
- Morisawa, M., & Yoshida, M. (2005). Activation of motility and chemotaxis in the spermatozoa: From invertebrates to humans. *Reproductive Medicine and Biology*, 4(2), 101-114.
- Ozgur, M. E. (2018). The Effects of Different Sperm Activator Medias on the Velocity and Movement Style Brown Trout (*Salmo trutta* Linnaeus, 1792) Sperm Cells. *Aquaculture Studies*, 18(2), 75-78.
- Özgür, M. E., Okumuş, F., & Kocamaz, A. F. (2019). A novel computer assisted sperm analyzer for assessment of spermatozoa motility in fish; BASA-Sperm Aqua. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 6(1), 208-219.
- Rakitin A., Ferguson M.M., & Trippel E.A. (1999a). Spermatozoa density and spermatozoa density in Atlantic cod (*Gadus morhua*): correlation and variation during the spawning season. *Aquaculture*, 170 (3-4), 349-358.
- Rakitin A., Ferguson M.M., & Trippel E.A. (1999b). Sperm competition and fertilization success in Atlantic cod (*Gadus morhua*): effect of sire size and condition factor on gamete quality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(12), 2315-2323.
- Rosengrave P., Taylor H., Montgomerie R., Metcalf V., McBride K., & Gemmell N.J. (2009). Chemical composition of seminal and ovarian fluids of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their effects on sperm motility traits. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 152(1), 123-129.
- Rosengrave P., Montgomerie R., & Gemmell N. (2016). Cryptic female choice enhances fertilization success and embryo survival in chinook salmon. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283 (1827), 20160001.
- Stoddard J.W., Parsons J.E., & Nagler J.J. (2006). Early onset of embryonic mortality in sub-fertile families of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Reproduction, Fertility and Development*, 17 (8), 785-790.
- Stoss J. (1983). Fish gamete preservation and spermatozoan physiology. *Fish physiology*, 9B, 305-350.
- Turner E., & Montgomerie R. (2002). Ovarian fluid enhances sperm movement in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 60(6), 1570-1579.
- Urbach D., Folstad I., & Rudolfson G. (2005). Effects of ovarian fluid on sperm velocity in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 57(5), 438-444.
- Wojtczak M., Dietrich G.J., Słowińska M., Dobosz S., Kuźmiński H., & Ciereszko A. (2007). Ovarian fluid pH enhances motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa. *Aquaculture*, 270(1-4), 259-264.
- Zadmajid V., Myers J.N., Sørensen S.R., & Butts I.A. (2019). Ovarian fluid and its impacts on spermatozoa performance in fish: a review. *Theriogenology*. 132, 144-152.

Giresun İli Uzatma Ağı Balıkçılığının Sosyo-Demografik Yapısı ve Kalkan Balığı (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758) Balıkçılığı Üzerine Bir Tespit

Aslıhan DEMİRCAN AKTAR¹, Naciye ERDOĞAN SAĞLAM^{2*}

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Fatsa-Ordu, Türkiye

*Sorumlu yazar: nes-34@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 26 Aralık 2019; Kabul 20 Nisan 2020; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntılama: Demircan Aktar, A., & Erdoğan Sağlam, N. (2020). Giresun ili uzatma ağı balıkçılığının sosyo-demografik yapısı ve kalkan balığı (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758) balıkçılığı üzerine bir tespit. *Acta Aequatica Turcica*, 16(2), 275-282. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.665381>

Özet

Bu çalışmada, Giresun İli sınırları içerisinde uzatma ağı kullanan balıkçıların sosyo-demografik ve ekonomik durumları ile kalkan balığı avcılığında kullanılan teknelerin ve ağların teknik özellikleri ile yakalanan kalkan balıklarının boy kompozisyonları araştırılmıştır. Bu amaçla 53 adet balıkçı ile yüz yüze görüşmeler yapılmış, kalkan avcılığı yapan balıkçıların teknelerinin ve ağlarının özellikleri incelenmiştir. Çalışmada balıkçıların %25 ile çoğunluğunun 40-49 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Giresun ilindeki balıkçıların öğrenim durumlarına bakıldığında %57'sinin ilkökul, %13'ünün ortaokul, %24'ünün lise, %2'sinin meslek yüksekokulu ve %4'ünün fakülte mezunu olduğu tespit edilmiştir. Balıkçıların %94'ünün kendisine veya ailesine ait teknesi olduğu belirlenmiştir. %21'inin eşlerinin çalıştığı, %79'unun çalışmadığı ve balıkçıların teknelerini bakıma aldıklarında eşlerinin ağ dokuma işlerinde kendilerine yardımcı olduğu belirtilmiştir. Çalışma süresince incelenen 203 adet kalkan balığının, minimum, maksimum ve ortalama boyları sırasıyla, 30,0 cm, 70,0 cm ve 47,7±7.01 cm olarak hesaplanmıştır. En fazla balığın bulunduğu boy sınıfı %32,02 ile 50-54 cm olarak belirlenmiştir. Karadeniz'de Kalkan balığı avcılığının her geçen yıl bir önceki yıla göre önemini daha da kaybetmekte olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Giresun İli, Uzatma ağı balıkçıları, Sosyo-demografi, Kalkan balığı

Socio-Demographic Structure of Gillnet Fisheries and Determination on Turbot (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758) Fisheries in Giresun

Abstract

This study aimed to determine the socio-demographic and economic status of turbot fishermen in Giresun province. Face-to-face interviews were conducted with 53 fishermen and the characteristics of boats and nets were examined. In the study, it is seen that the majority of fishermen (25%) are in the 40-49 age range. When the education level of fishermen in Giresun province is examined, it is found that 57% are primary, 13% are secondary, 24% are a high school, 2% are vocational high school and 4% are faculty graduates. It is determined that 94% of the fishermen have a boat that belongs to him or his family. It was stated that 21% of spouses of fishermen work, 79% do not work and when fishermen took the boat into maintenance, their spouses helped in gillnet repairing. The minimum, maximum and average lengths of 203 turbot examined during the study were 30.0 cm, 70.0 cm, and 47.7±7.01 cm, respectively. The length class with the most fish was captured is 50-54 cm with 32.02%. Turbot fishing in the Black Sea decreases every year compared to the previous years and as a result, the number of turbot fishermen is also decreasing.

Keywords: Giresun, Gillnet, Socio-demographic, Turbot Fisheries

GİRİŞ

Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin balıkçılık bakımından en önemli merkezlerinden biridir. Giresun'un lokasyonu nedeniyle halkın büyük bölümü balıkçılıkla geçimini sağlamak ve daha çokta yapılan balıkçılık uzatma ağı balıkçılığı şeklindedir. Toplamda balıkçıların 2385 adet uzatma ağı ile balıkçılık yaptıkları bilinmektedir (Anonim, 2018a).

Karadeniz ve Marmara Denizi sularında Scophthalmidae ailesine ait 3 tür *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), *S. maeoticus* (Pallas, 1814), *S. rhombus* (Linnaeus, 1758) bulunmaktadır (Nelson, 1994; Turan, 2007). Bu 3 türün birbirlerinden morfolojik olarak ayırt edilmesi çok zor olduğundan,

Karadeniz için yapılan çalışmalarda genel olarak *Scophthalmus maximus*, türü referans olarak gösterilmiştir (Muus ve Dahlström, 1978; Suziki vd., 2004; Turan vd., 2019).

Ekonomik olarak önemli bir balık türü olan Kalkan balığı avcılığına ülkemizde, 19. Yüzyılda başlanmıştır. Kalkan balığı avcılık dağılım alanı Karadeniz’de Kerç Boğazı ve Tuna Deltası açıklarına kadar uzanırken, Karadeniz ülkeleri olan Rusya, Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan ile 1982 ve 1986 yılları arasında yapılan çeşitli anlaşmalar doğrultusunda avcılık dağılım alanımız kendi kıta sahanlığımız içerisine indirgenmiştir. (Acara, 1985; Yıldız ve Karakulak, 2010; Ergüven, 2014; Özdemir vd., 2017).

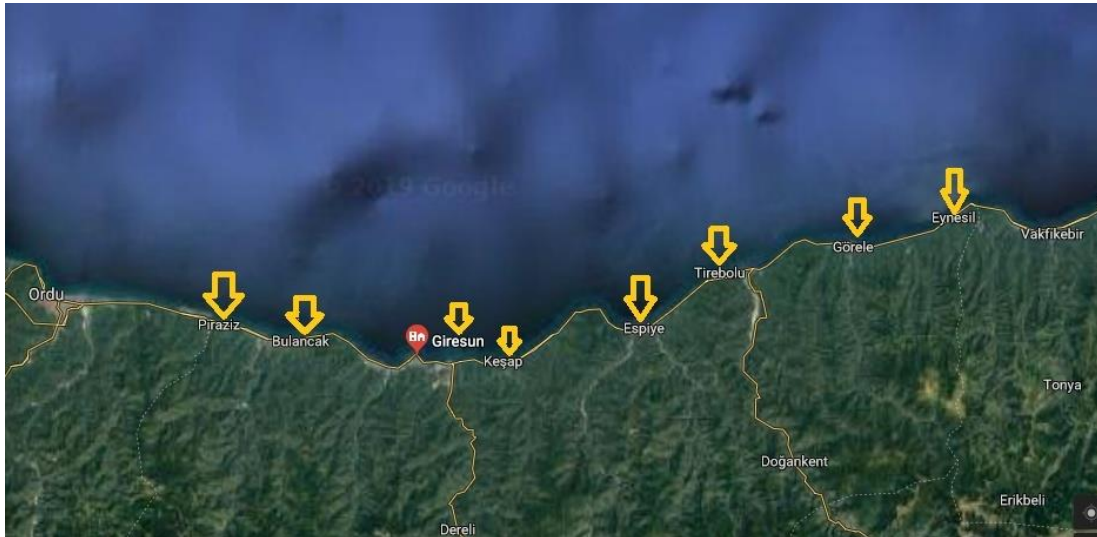
Kalkan balığı avcılığında kullanılan dip uzatma ağılar dönek (bırakma) şeklinde kullanılmakta ve ağılar denize bırakıldıktan 1 hafta ile 10 gün sonrasında toplanmaktadır. Kalkan balığı avcılığı mart-nisan aylarında yapılmaktadır. 2016-2020 dönemi 4/1 no`lu tebliğe göre 15 Nisan-15 Haziran tarihleri arasında her türlü istihsal vasıtası ile bölgede kalkan avcılığı yapılması ve kalkan ağılarının denizde bırakılması yasaktır. Kalkan avcılığında kullanılacak ağıların göz açıklığı 400 mm’den küçük olamaz. Avlanan kalkan balığının boyu 45 cm’den büyük olmalıdır (Anonim b, 2018).

Geçmiş yıllara göre kalkan balığı avcılığında azalmalar dikkat çekmektedir. 2018 yılı TÜİK istatistiklerine göre kalkan balığı av miktarı 139,2 tondur. Kalkan balığı, av miktarının az olmasına karşın ekonomik değeri çok yüksek bir balıktır (Anonim a, 2018). Bu çalışmada, Karadeniz küçük ölçekli balıkçılığında önemli bir yere sahip olan Giresun ilinde, kalkan balıkçılığında kullanılan uzatma ağı özellikleri, avlanan kalkan balıklarının yasal boy sınırlarına göre boy oranları ve balıkçıların sosyo-demografik yapılarının incelenmesi ve balıkçılığın bölge insanının yaşamında sosyal ve ekonomik anlamdaki yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma 2017-2018 av sezonunda Giresun İli sahil şeridinde yer alan Piraziz, Bulancak, Merkez, Keşap, Espiye, Tirebolu, Görele ve Eynesil ilçelerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Sezonuna göre kalkan balığı avcılığı yapan balıkçıların sosyo-demografik ve ekonomik durumunu ortaya koymak üzere 53 adet balıkçı ile yapılan yüz yüze görüşmeler çoktan seçmeli sorularla yapılmıştır. Kalkan avcılığı yapan balıkçıların teknelerinin ve ağılarının özellikleri incelenmiştir. Balıkçılardan elde edilen 203 adet kalkan balığının boy kompozisyonu değerlendirilmiştir. Balıkçıların yaş ve eğitim durumları, çocuk sayıları, sosyal güvence durumları, kaç yıldır balıkçılık yaptığı, balıkçılığı seçme nedenleri, kooperatif üyelikleri vb gibi sorular irdelenmiştir.

Çalışma süresince elde edilen veriler, Excel programında düzenlenmiş, tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırma Sahası

BULGULAR

Çalışma bulguları, bölge içerisinde kalkan balıkçılığı ile uğraşan balıkçıların sosyo-demografik durumu, balıkçıların ekonomik durumu, kalkan balığı avcılığında kullanılan teknelerin ve ağların özellikleri ve teknelerden elde edilen kalkan balıklarının boy kompozisyonu olmak üzere dört ana başlık altında değerlendirilmiştir.

Balıkçıların Sosyo-Demografik Durumu

Araştırmada kalkan avcılığı yapan balıkçılarda dahil kıyı balıkçılığı yapan toplam 53 adet balıkçıya ait sosyo-demografik özellikler Tablo 1’de verilmiştir. Yaşları 32 ile 74 arasında değişen balıkçıların %42 oranı ile çoğunluğu 40-49 yaş grubundadır. Balıkçıların tamamı okur-yazar olup %57’si ilkokul mezunudur. Tamamı erkek olan balıkçıların %91’inin evli olduğu ve sahip olunan çocuk sayısının en fazla 4 olduğu belirlenmiştir. Evli olan balıkçıların %79’unun eşinin çalışmadığı tespit edilmiştir. Balıkçıların mesleki deneyimi 4 ile 60 yıl arasında değişmekle birlikte %98 oranı ile çoğunluğunun 11 yıl ve üzeri deneyime sahip olduğu belirlenmiştir. Sahip olduğu teknede 1-42 yıl arasında çalıştığını belirten balıkçıların %91’i teknede kaptan olarak görev yapmaktadır.

Balıkçıların %51’i baba mesleği olması nedeniyle balıkçılık yaptığını, %38’i ise işsizlik ve ekonomik sıkıntılar nedeniyle balıkçılık yapmak zorunda olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca %39’unun sosyal güvencesi olmakla birlikte, emekli olan %23’ünün ek gelir amaçlı balıkçılık yaptığı belirlenmiştir. Balıkçıların %60’ı yıl boyunca avcılık yaparken, %11’i ara vererek teknelerinin bakım işleriyle ilgilendiklerini, %27’si ise avcılığa ara vererek perakende balık satışı yaptıklarını belirtmişlerdir(Tablo 1).

Tablo1. Balıkçıların Sosyo-Demografik Özellikleri

Özellikler	Sayı	%	Sosyal Güvenlik Durumu		
Cinsiyeti			Var	21	39
Erkek	53	100	Yok	20	38
Kız	-	-	Emekli	12	23
Yaşı			Sahip Olduğu Teknede Çalışma Süresi (yıl)		
20-29	3	4	≤5	25	47
30-39	12	23	6-10	10	19
40-49	22	42	≥11	18	34
50-59	13	25	Teknedeki Göreviniz Nedir?		
≥60	3	6	Kaptan	48	91
Eğitim Düzeyi			Tayfa	5	9
İlkokul	30	57	Yıllık Çalışma Süresi (ay)		
Ortaokul	7	13	4-6	9	17
Lise	13	24	7-9	18	34
Üniversite	3	6	10-12	26	49
Medeni Durumu			Balıkçılık Mesleğinden memnun musunuz?		
Evli	32	91	Evet	27	51
Bekar	1	9	Hayır	26	49
Hane Halkı Sayısı (adet)			Balıkçılığı Seçme Nedeni		
≤2	4	8	Baba mesleği	27	51
3-4	21	40	İşsizlik	20	38
≥5	28	52	Hobi	6	11
Çocuk Sayısı (adet)			Sigara Kullanıyor musunuz?		
Yok	6	11	Evet	31	58
1-2	21	40	Hayır	22	42
3-4	26	49	Sezon Bittiğinde Ne İş Yapıyorsunuz?		
Mesleki Deneyim (yıl)			Balıkçılık	32	60
≤5	1	2	Balık satışı	14	27
6-10	-	-	Tekne bakımı	6	11
≥11	52	98	Serbest meslek	1	2
Eşiniz Çalışıyor mu?			Balıkçılar Kooperatifine Üye Olma Durumu		
Evet	10	21	Evet	49	92
Hayır	38	79	Hayır	4	8

Balıkçıların Ekonomik Durumu

Balıkçıların bazı ekonomik özellikleri ile ilgili bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. Balıkçıların %64’ü mülkiyet sahibi olduğunu belirtmiş olup, bunların çoğunluğunun aileden kalma mülkiyet olduğu bildirmiştir. Balıkçılar genellikle (%45) ürünlerini komisyoncu aracılığı ile satmaktadır.

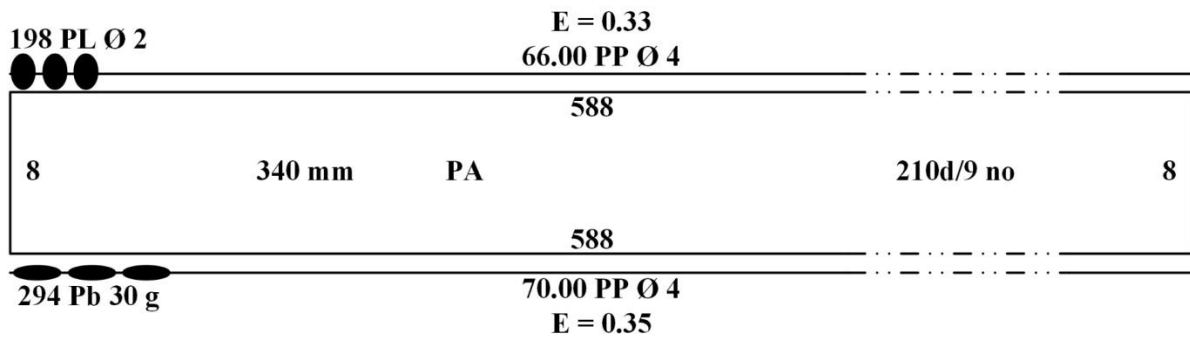
Balıkçıların aylık masrafları 500-15.000 TL arasında değişmekte olup, %45’inin aylık gideri 500-1.500 TL civarındadır. Bu giderleri genellikle ağ, mazot ve bakım giderleri ile az bir kısmının da personel giderleri olduğu belirlenmiştir. Balıkçıların sezonluk ortalama kazançları 6.000 TL ile 60.000 TL arasında değişmekle birlikte, %56’sının sezonluk kazancı 26.000 TL ve üzerindedir (Tablo 2).

Tablo 2. Balıkçıların Bazı Ekonomik Özellikleri

Sayı		%	Sayı		%
Tekne Kendinize mi Ait?			Aylık Gideriniz (TL)		
Evet	50	94	500-1.500	24	45
Hayır	3	6	1.600-2.500	17	32
Mülkiyet Sahibi misiniz?			2.600-3.500	6	11
Evet	34	64	3.600 ve üzeri	6	11
Hayır	19	36	Sezonluk Kazancınız (TL)		
Balıkçılık ile İlgili Kredi Kullandınız mı?			6.000-10.000	3	6
Evet	23	43	11.000-15.000	4	8
Hayır	30	57	16.000-20.000	13	25
Ürünü Pazarlama Şekli			21.000-25.000	4	8
Komisyoncuya	24	45	26.000-30.000	13	25
Perakende Satış Yerlerine	20	38	31.000-35.000	4	8
Kendim satıyorum	9	17	36.000 ve üzeri	12	23

Kalkan Balığı Avcılığında Kullanılan Tekne ve Ağ Özellikleri

Balıkçı teknelerinin tamamı ahşap olup, boylarının 9-11 m arasında değişmiştir. Kalkan balığı avcılığında kullanılan ağlara ait bilgiler Şekil 2’de verilmiştir. Kalkan avcılığında kullanılan ağların; 2/3 dolu 1/3’ü boş 2 no mantarlar; 2-4 mm çapında PP mantar yakaya, tanesi 30-40 gr gelen kurşunlar; 2-4 mm çaplı, pp yaka ipi ve koşma ipine, ağın tam bir göz açıklığı (34-36 cm) bir çaka boyu alınıp, buna 3 ağ gözü alınarak donatıldığı belirlenmiştir (Şekil 2). Kalkan ağları donam faktörü (E) 0.33 olacak şekilde donatılır. Mantar yakada çaka boyu ağın bir tam gözü olacak şekilde, kurşun yakada ise, mantar yakaya göre 0.5 cm daha uzun olacak şekildedir. Kurşun yakada çaka boyunun daha uzun olması, ağın atılıp, çekilmesinde rahatlık sağladığı belirtilmiştir.



Şekil 2. Kalkan uzatma ağı

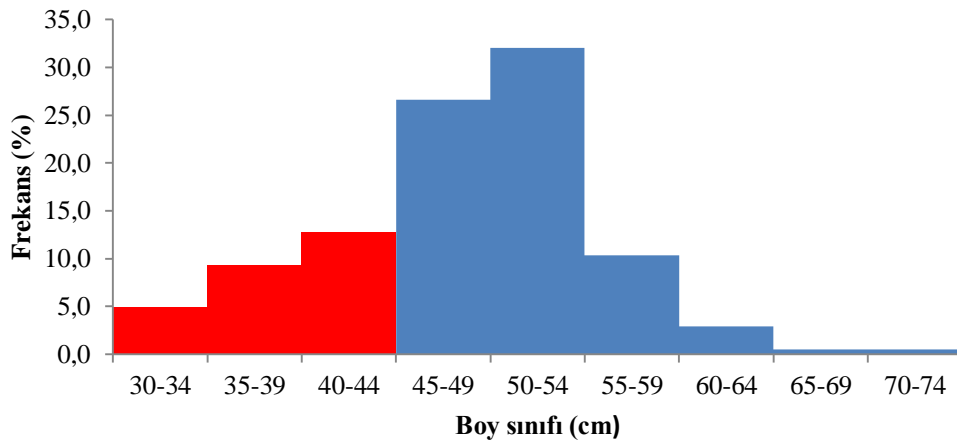
Kalkan Balığının Boy Kompozisyonu

Çalışmada incelenen 203 adet kalkan balığının, minimum, maksimum ve ortalama boy değerleri sırasıyla 30,0 cm, 70,0 cm ve $47,7 \pm 7,01$ cm olarak belirlenmiştir. En çok balığın bulunduğu boy sınıfı, %32,02 ile 50-54 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İncelenen Kalkan Balıklarının Boy Kompozisyonu

Boy Sınıfı (cm)	N	% N
30-34	10	4,93
35-39	19	9,36
40-44	26	12,81
45-49	54	26,60
50-54	65	32,02
55-59	21	10,34
60-64	6	2,96
65-69	1	0,49
70-74	1	0,49
Toplam	203	100

4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ'e göre kalkan balıkları için yasal avlanma boy sınırı 45 cm'dir. Buna göre incelenen kalkan balıklarının %27'si 45 cm'nin altında %73'ü ise 45 cm'nin üstünde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

**Şekil 3.** Çalışmada İncelenen Kalkan Balıklarının Boy-Frekans Dağılımı

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada balıkçıların %25 ile çoğunluğunun 40-49 yaş aralığında olduğu anlaşılmaktadır. Yücel (2006), Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki balıkçıların %51'lik kesimin 30-50 yaş aralığında olduğunu, Özbek (2014) ise Giresun'da yürüttüğü çalışmada, tüm balıkçıların 40 yaş üstünde olduğunu bildirmişlerdir. Dartay ve Canpolat (2017), Keban Baraj Gölü balıkçılarının yaşlarının 20-69 arasında değiştiğini, çoğunluğun %36,5 ile 40-49 yaş grubuna ait olduğunu belirtmiştir. Bayhan vd. (2014), Adıyaman ilindeki balıkçıların yaşlarının 18-59 arasında farklılık gösterdiğini ve %50'lik oranla fazlalığın 36-50 yaşları arasında olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda balıkçıların yaş ortalaması değerlendirildiğinde, gençlerin balıkçılığa ilgi duymadıkları ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada, Giresun ilindeki balıkçıların öğrenim durumlarına bakıldığında %57'sinin ilkokul, %13'ünün ortaokul, %24'ünün lise, %2'sinin meslek yüksekokulu ve %4'ünün fakülte mezunu olduğu tespit edilmiştir. Yücel (2006), Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki çalışmada balıkçıların %1'inin eğitiminin yüksek okul seviyesinde olduğunu, Uncumusaoğlu (2015), Giresun İli'ndeki balıkçıların %3'ünün okur-yazar, %55'inin ilkokul, %19'unun lise, %17'sinin ortaokul ve %6'sının da üniversite mezunu olduğunu, Sağlam vd., (2016) Giresun'da balıkçıların %60'ının ilkokul, %20'sinin ortaokul, %15'inin lise ve %5'inin üniversite mezunu olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan tüm çalışmalarda sonuçlar benzerlik göstermekte olup, balıkçıların çoğunluğunun ilkokul mezunu olduğu dikkat çekmektedir. Bunun nedeni olarak eğitime devam eden kişilerin meslek tercihlerinin başka alanlarda olması düşünülmektedir.

Çalışmada, balıkçıların %39'unun sosyal güvencesinin olduğu ve %23'ünün emekli olduğu gözlenmiştir. Özbek (2014), balıkçıların tamamının sosyal güvenceye sahip olduğunu, Yücel (2006), %56'sının herhangi bir sosyal güvencesinin olmadığını, Yiğit vd. (2010), %20'sinin sosyal güvencesi olmadığını, %80'inin ise sigortalı olduğunu belirtmişlerdir. Balıkçılar, dışarıdan kendi imkanları ile sosyal güvence yapmayı tercih etmediklerini, ayrıca emeklilikten sonrada genellikle balıkçılık mesleğine devam ettiklerini ifade etmişlerdir.

Sunulan çalışmada, balıkçıların %92'sinin kooperatife üye olduğunu belirtmekle birlikte %75'inin kooperatiften bir beklentilerinin olmadığını ifade etmiştir. Sağlam vd. (2016), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balıkçıların %54'ünün kooperatife üye olduğunu belirtmiştir. Balıkçıların üye olma sebeplerinin başında saygınlık görmek ve kooperatifin imkanlarından yararlanmak gelmesi dikkat çekicidir. Kooperatif üyelerinin birlik ve beraberlik içinde hareket ettiği, birbirlerine ve mesleklerine sahip çıkmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Kooperatiften beklentisi olan kişiler ise özellikle liman düzenlemesi ve çekek yeri konusunda çalışma sağlanmasını istemişlerdir.

Bu çalışmada, balıkçıların mesleki deneyimi 4-60 yıl arasında değişmekle birlikte %98 oranı ile çoğunluğunun 11 yıl ve üzeri deneyime sahip olduğu tespit edilmiştir. Sağlam vd., (2016), %21'inin 40 yıldan fazla süredir, %37'sinin ise ortalama 25 yıldır balıkçılık yaptığı, minimum 1 yıllık maksimum 75 yıllık balıkçılık deneyimi olan balıkçıya rastlandığını tespit etmiştir. Balıkçılık mesleğine küçük yaşlardan itibaren başlamaları ve emekli dahi olsalar mesleğe devam etmeleri dikkat çekicidir. Diğer yandan özellikle baba mesleği olduğu için çocuk yaşlarda balıkçılık mesleğine başladıklarını ve zor şartlara rağmen, ekonomik ve coğrafik koşullar nedeniyle mesleğin devamlılığını gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Balıkçıların meslek seçimini incelediğimizde kişilerin genellikle ilkokuldan sonra balıkçılık mesleğine başladıkları ve baba mesleği olduğu için başka bir iş aramadıkları belirlenmiştir. Diğer yandan %51'lik bir kısmın yaptıkları işten memnun oldukları, bu mesleği ata mesleği olduğu için seçtikleri ve küçük yaşlardan itibaren balıkçılık işiyle uğraştıkları ve başka meslek düşünmedikleri görülmüştür.

Balıkçıların ekonomik durumları incelendiğinde, sezonluk kazançları 6.000-60.000 TL arasında olup, ortalama 28.981 TL'dir. Buna karşılık giderleri, 500-15.000 TL arasında değişim göstermektedir. Balıkçılar, giderlerin çoğunluğunu ağ, mazot giderlerinin oluşturduğunu ve bunların devamlı bir gider olduğu için en uygun maliyet çıkacak şekilde temin etmeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Balıkçıların zor şartlara rağmen gerek ekonomik ihtiyaçlardan gerekse mesleği devam ettirebilmek için balıkçılığı bırakmak istemedikleri düşünülmektedir.

Balıkçıların %94'ünün kendisine veya ailesine ait teknesi olduğu, %21'inin eşlerinin çalıştığı, %79'unun çalışmadığı ve balıkçıların teknelerini bakıma aldıklarında eşlerinin yardımcı olduğu ve ağ dokuma işlerini yaptıkları belirtilmiştir. Bu veriler Karadeniz balıkçılığında kadının azımsanmayacak bir yeri olduğunu göstermektedir.

Balıkçıların %57'si geri ödemedeki zorluk yaşayacağını düşündüğünden balıkçılıkla ilgili kredi kullanmadıklarını ve %64'ü mülkiyet sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Özbek (2014), Giresun balıkçıların %78'inin mülkiyet sahibi olduğunu bildirmiştir. Sağlam vd., (2016), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balıkçıların %68'inin ev sahibi, %31'inin kiracı olduğunu bildirmişlerdir. Karadal (2014), Akdeniz bölgesindeki balıkçıların %61'inin ev sahibi, %39'unun kiracı olduğunu tespit etmiştir. Balıkçıların çoğunluğunun mülkiyet sahibi olması dikkat çekmekle birlikte bunun aileden kalma mülkiyet olduğu yapılan görüşmelerde ifade edilmiştir.

Pazarlama işi çoğunlukla komisyoncular vasıtasıyla yapılmaktadır. Araştırmada katılımcı balıkçıların %64'ü kalkan avcılığı yapmaktadır. Özellikle son dönemlerde kalkan balığı popülasyonundaki azalış sebebiyle avcılık için harcanan masrafı karşılamaması, Giresun'un bazı kesimlerinde denizin aşırı kirli olması ve denize atılan ağın kirlilik ve yunus saldırılarından zarar görmesi gibi nedenlerden dolayı, balıkçıların, zamanla kalkan avcılığını bıraktıkları belirlenmiştir. Balıkçılar, kalkan avcılığı yerine diğer balık türleri avcılığına yönelmektedir.

Çalışmada kullanılan kalkan ağlarının donam faktörü 0,33 tür. Samsun ve Kalaycı (2004)'nın, Orta Karadeniz ve İstanbul bölgesindeki çalışmalarında kullanılan kalkan ağlarının donanımları benzer olup ağların donam faktörü 0,33 tür. Yıldız ve Karakulak (2010), İstanbul bölgesi için kullanılan kalkan ağlarının donam faktörünü 0,27 şeklinde bildirmiştir. Bölgeler arasında donam faktörü bakımından önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Araştırmada incelenen kalkan balıklarının boyları minimum 30 cm, maksimum 70 cm ve ortalama 47,7±7,01 cm olarak hesaplanmıştır. Samsun vd., (2007), çalışmasında kalkan ağlarıyla avlanan

balıkların boy dağılımını, erkek ve dişi bireyler için 23,9-69 cm ve 31,8-81 cm arasında tespit etmiştir. Ortalama toplam boylar ise, dişiler için 50,37±0,4 cm, erkekler için 45,93±0,26 cm ve tüm bireyler için 47,79±0,24cm, olarak belirtilmiştir. Özdemir vd.,(2017), Eylül 2015-Haziran 2016 tarihleri arası Sinop içliman bölgesi açıklarında kalkan ağlarıyla avlanan kalkan balıklarının boylarını minimum 33,4 cm, maksimum 70 cm, ortalama boy 51,9±1,40 cm olarak hesaplamıştır. Her iki çalışmadaki genel boy kompozisyonu bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Yapısı itibarıyla dünya denizlerinden farklı özelliğe sahip olan Karadeniz’de bulunan balık stoklarının bilinmesi ve bu durum dikkate alınarak yönetim tedbirlerinin belirlenmesi diğer balıklarda olduğu gibi kalkan stoklarının da korunmasında oldukça önemlidir. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü’nün stok tahmini yapılamamasına rağmen kalkan avcılığını sürekli izlemeye yönelik ağ uzunluğu, derinliği, boy kompozisyonu, deniz memelileri dahil avlanan hedef dışı türler ve birim ağ uzunluğunda av veriminin tespitine yönelik operasyonel veri toplama programlarını başlatması, titizlikle izlemesi ve analiz etmesi, kalkan avcılığına ilişkin yönetim önlemleri alınmasını sağlayabilir.

Yapılan bu çalışmada, Giresun ilinde, balıkçılığın bölge insanının yaşamında sosyal ve ekonomik anlamda önemli bir yeri olduğu görülmüştür. Yıllara göre üretim miktarında azalmalar olsa da yöre insanının balık avcılığına sosyal, ekonomik ve hatta kültürel boyutlarda bağlı kalması dikkat çekmektedir.

Karadeniz’in orta kısmının bir bölümünün ve doğu kısmının tamamının trol avcılığına kapalı oluşundan dolayı küçük ölçekli balıkçılık bu bölgelerde birbirlerine benzerlik göstermektedir. Bu sebeple Giresun ili küçük ölçekli balıkçılığı orta ve doğu Karadeniz için bir alt örneklem kabul edilebilir. Giresun ilinde bulunan kalkan balıkçılarının, sosyo-demografik yapıları ve avladıkları kalkan balığı durumunun incelenmesi Karadeniz küçük ölçekli balıkçılığı açısından oldukça önemlidir. Balıkçıların ekonomik olarak zorluk yaşadıkları ve balıkçılık tecrübelerinin yüksek olmasına rağmen yasal boyun altındaki balıkları ekonomik kaygılar nedeniyle satışa sundukları görülmektedir. Bu sorunun giderilmesi için hem balıkçıların kazançlarının yükseltilebilmesi hem de kalkan balığının stokunun korunması için gerekli yasal çalışmaların yapılabilmesi açısından bu çalışma önem arz etmektedir. Bu çalışma, bu tarz çalışmaların bu bölgede artırılarak, yapılması planlanacak olan yasal düzenlemeler için önemli bir kaynaktır.

Teşekkür: Bu çalışma “Giresun İli’nde Kalkan (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758) Balıkçılığı ve Kalkan Balıkçılarının Sosyo-Demografik Yapısı” başlıklı, Aslıhan Demircan Aktar’ın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – 2019).

KAYNAKLAR

- Acara, A. (1985). The Black Seaturbot. State Planning Organization, Ankara-Turkey, 19pp.
- Anonim a. (2018). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri. (Erişim tarihi: 04.05.2019).
- Anonim b. (2018).4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ 2016-2020, (Tebliğ No: 2016/35)
- Bayhan, Y. K., Korkmaz, S., & Olgunoğlu, M. P. (2014). Adıyaman İli balıkçılığının mevcut durumu ve sorunları. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4, 37-46.
- Dartay, M., & Canpolat, İ. (2017). Keban Baraj Gölü (Elazığ, Türkiye) Su ürünleri kooperatiflerine ortak balıkçıların sosyo- ekonomik yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 34(1), 41-46.
- Erdoğan Sağlam, N., & Çalık, S. (2016). Giresun İli balıkçılığına genel bir bakış. *Ordu Üniversitesi Bilim Teknoloji Dergisi*, 6(2), 28-37.
- Erdoğan Sağlam, N., Özbek, G., & Düzgüneş, E. (2016). Doğu Karadeniz Bölgesi’nde deniz balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısı. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 259-270.
- Ergüven, N.S. (2014). Karadeniz’de deniz alanı sınırlandırması davası (Romanya/Ukrayna) ve uluslararası hukuk açısından etkileri. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 63(2), 309-328.
- Karadal, E. (2014). *Akdeniz Bölgesi (Türkiye) sahil şeridi deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik durumu*. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Ordu.
- Muus, B., & Dahlström, P. (1978). *Meeresfische der Ostsee, der Nordsee, des Atlantiks*. BLV Verlagsgesellschaft, München, 244 pp.
- Nelson, J. S. (1994). *Fishes of the World*. 3rd edn. Wiley, New York.
- Özbek, Ö. (2014). *Doğu Karadeniz Bölgesi (Türkiye) sahil şeridi deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik durumu*. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Özdemir S., Erdem Y., Özsandıkçı U., & Büyükdeveci F. (2017). Kalkan avcılığında kullanılan uzatma ağlarının Orta Karadeniz kıyılarındaki mevsimsel av kompozisyonu. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4, 325-334

- Samsun, N., & F. Kalaycı. (2004). The determination of turbot tangle net sand trammel nets features, catch per unit effort (CPUE) and turbot fishing in Middle Black Sea (Sinop). *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12), 99-108.
- Samsun, N., Kalaycı, F., & Samsun, O. (2007). Seasonal variation in length, weight and sex distribution of turbot (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) in the Sinop region (Black Sea) of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 31, 371-378.
- Suzuki, N., Nishida, M., Yoseda, K., Ustundag, C., Sahin, T., & Amaoka, K. (2004). Phylogeographic relationships with in the Mediterranean turbot inferred by mitochondrial DNA haplotype variation. *Journal of Fish Biology*, 65(2), 580- 585.
- Turan, C. (Ed.) (2007). *Atlas and Systematics of Marine Bony Fishes of Turkey*. 1st edition, Nobel Publishing House, Adana, Turkey.
- Turan, C., Ivanova P., Gürlek M., Yağlıoğlu D., Ergüden D., Karan S., Dođdu S. A., Uyan A., Öztürk B., Nikolov V., Raykov V., Dobrovolov I., & Khanaychenko A. (2019). Phylogenetic relationships of turbot species (*Scophthalmidae*) inferred from the mitochondrial COIII Gene and morphological characters. *Natural and Engineering Sciences*, 4(1), 28-41. <https://doi.org/10.28978/nesciences.522593>.
- Uncumusaoğlu, C. (2015). *Giresun'da deniz balıkçılığı ve balıkçuların sosyo-ekonomik yapısı*. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- Yıldız, T.,&Karakulak F. S. (2010). İstanbul kıyı balıkçılığında kullanılan dip uzatma ağlarının teknik özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27(1), 19-24.
- Yiğit, H., Soylu, M., & Uzmanoğlu, S. (2010). Sakarya İli göllerinin balıkçı profili. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(2), 9-23.
- Yücel, Ş. (2006). Orta Karadeniz Bölgesi balıkçılığı ve balıkçuların sosyo-ekonomik durumu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 530-532.

Chromomycin A₃ and DAPI Staining of Chromosomes of Three Endemic *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 (Teleostei: Leuciscidae) Species from Anatolia

Muradiye KARASU AYATA 

Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Sciences, Kırşehir, Turkey

Corresponding author: mkarasu@ahievran.edu.tr

Research Article

Received 30 December 2019; Accepted 10 April 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Karasu Ayata, M. (2020). Chromomycin A₃ and DAPI staining of chromosomes of three endemic *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 (Teleostei: Leuciscidae) species from Anatolia. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 283-289. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.667595>

Abstract

The karyotypes and other chromosomal markers of representatives of the genus *Pseudophoxinus* have been little studied. Therefore, this study documents chromosomal NOR phenotypes as revealed using Chromomycin A₃ (CMA₃) and DAPI chromosomal stainings in three species *Pseudophoxinus elizavetae* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007, *P. firati* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007 and *P. hittitorum* Freyhof & Özuluğ, 2010, endemic in Anatolia. Simple NOR phenotype with only two CMA₃ positive signals were observed in the karyotype of *P. firati* whereas derived NOR phenotype with four CMA₃ positive signals were observed in those of *P. elizavetae* and *P. hittitorum*, respectively. No DAPI positive signal was detected in karyotypes in all three species. This study described new NOR phenotypes, i.e. number and position of major rDNA genes, in genomes of three *Pseudophoxinus* species contributing thus to known diversity of NOR phenotypes in otherwise karyotypically highly conservative leuciscid fishes.

Keywords: Fish cytotaxonomy, chromosome banding, chromosomal markers, major rDNA genes

Anadolu'da Yaşayan Endemik Üç *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 (Teleostei: Leuciscidae) Türünün CMA₃ ve DAPI Boyalı Kromozomları

Özet

Pseudophoxinus cinsindeki balıkların kromozom ve diğer sitotaksonomik markerları konusundaki çalışma sayısı azdır. Bu çalışmada, Anadolu'ya endemik üç leuciscine türü *Pseudophoxinus elizavetae* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007, *P. firati* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007 ve *P. hittitorum* Freyhof & Özuluğ, 2010'da kromozomal NOR fenotipleri CMA₃ ve DAPI kromozomal boyama ile çalışılmıştır. *P. firati*'nin karyotipinde iki, *P. elizavetae* ve *P. hittitorum*'un karyotiplerinde ise dört CMA₃ pozitif sinyal gözlenmiştir. Üç türün karyotipinde de DAPI pozitif sinyal gözlenmemiştir. Bu çalışma üç *Pseudophoxinus* türünün genomunda majör rDNA genlerinin sayısı ve pozisyonu gibi yeni NOR fenotiplerini tanımlamıştır. Böylece karyotipik olarak yüksek derecede konservatif bilinen leuciscid NOR fenotip çeşitliliğine katkıda bulunur.

Anahtar kelimeler: Balık sitotaksonomisi, kromozomal bantlama, kromozom markerları, majör rDNA genleri

INTRODUCTION

The genus *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 belongs to family Leuciscidae and its subfamily Leuciscinae (Tan and Ambruster, 2018). The genus *Pseudophoxinus* contains at least 30 locally endemic species in Anatolia and other countries of Near and Middle East (Froese and Pauly, 2020). This genus has 21 endemic species in the freshwaters of Anatolia (Güçlü and Küçük, 2017; Saç et al., 2019). Karyological studies of representatives of this genus have started just recently (Karasu, 2009). In, the last decade, *Pseudophoxinus antalyae*, *P. battalgilae*, *P. burduricus*, *P. crassus*, *P. egridiri*, *P. elizavetae*, *P. evliyaie*, *P. fahrettini*, *P. firati*, *P. hittitorum*, *P. maeandri* and *P. zekayi* have been studied cytogenetically (Table 1). In these studies, karyotypes, C-banding and Ag-NOR stainings have been performed. Also, G- and Q-banding patterns in the karyotype of *P. antalyae* have been reported (Ergene et al., 2010).

Table 1. Cytogenetic data for the representatives of the genus *Pseudophoxinus* from Anatolia, Turkey

Species	2n	Chromosome morphology	FN	Ag-NOR number	References
<i>P. antalyae</i>	50	16m+14sm+12st+8a	92	2	Ergene et al., 2010
<i>P. firati</i>	50	38m-sm+12st	88	4	Karasu et al., 2011
<i>P. elizavetae</i>	50	8m+34sm+8st	92	4	Gaffaroğlu et al., 2014
<i>P. crassus</i>	50	12m+30sm+8st-a	92	2	Ünal et al., 2014
<i>P. hittitorum</i>	50	14m+26sm+10st-a	90	2	Ünal et al., 2014
<i>P. battalgilae</i>	50	16m+28sm+6st-a	94	4	Ayata et al., 2016
<i>P. burduricus</i>	50	18m+26sm+6st-a	94	2	Ayata et al., 2016
<i>P. egridiri</i>	50	14m+28sm+8st-a	92	2	Ayata et al., 2016
<i>P. evliyae</i>	50	14m+30sm+6st-a	94	4	Ayata et al., 2016
<i>P. fahrettini</i>	50	16m+26sm+8st-a	92	2	Ayata et al., 2016
<i>P. maeandri</i>	50	10m+32sm+8st-a	92	4	Ayata et al., 2016
<i>P. zekayi</i>	50	16m+26sm+8st-a	92	2	Ünal and Gaffaroğlu, 2016

2n: diploid chromosome number, FN: fundamental number, m: metacentric, sm: submetacentric, st-a: subtelo-acrocentric

The number and locations of NORs have been used as a cytotaxonomic character in fish cytotaxonomy (Rábová et al., 2015). Ag-NOR staining is a very common cytogenetic technique (Rábová et al., 2015). However, this method identifies *only transcriptionally active rDNA genes*. Also, the number and location of NORs have been determined using CMA₃ staining (Gornung, 2013; Rábová et al., 2015). This staining is based on GC-specific fluorochrome and detects both active and inactive NORs in fish (Gornung, 2013). Both Ag- and CMA₃ stainings have been done in many fish species (Arai, 2011; Gornung, 2013). Fluorescence staining with 4',6-diamidino-2-phenyl-indole (DAPI) dyes detect chromosomal regions that contain AT-rich DNA (Kapuscinski, 1995). This method is studied on many fish species too (Mayr et al., 1986; Valic et al., 2010).

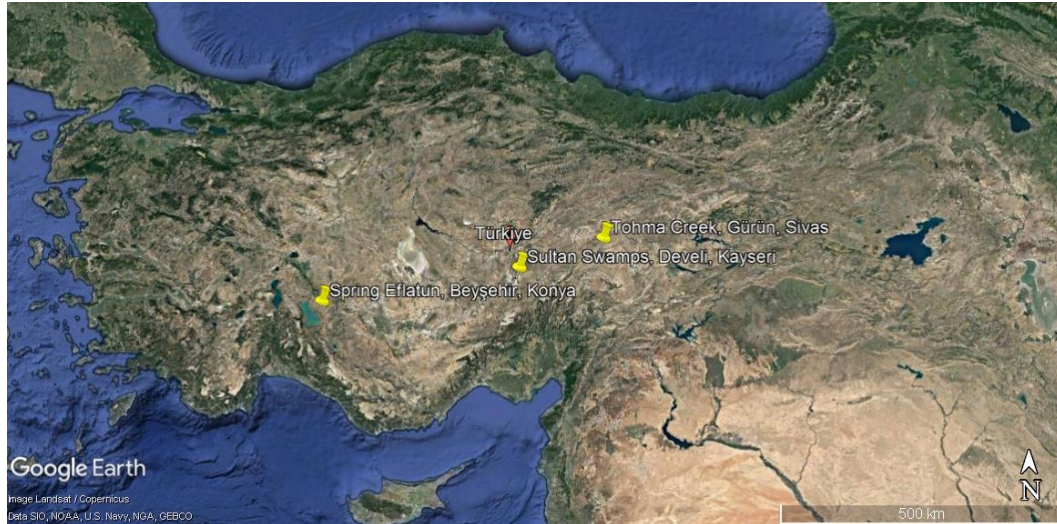
A presence of four Ag-NORs on submetacentric (sm) chromosomes in karyotype of *P. elizavetae* (Gaffaroğlu et al., 2014) and four Ag-NORs on sm-subtelocentric (st) chromosomes in that of *P. firati* (Karasu et al., 2011) have previously been reported. Additionally, Ünal et al. (2014) observed two Ag-NORs on sm chromosome pair in karyotype of *P. hittitorum*. The present study was carried out to determine NOR phenotypes using CMA₃ staining and DAPI stainings in *P. elizavetae*, *P. firati* and *P. hittitorum*, endemic in Anatolia.

MATERIALS and METHODS

The analyzed individuals of *P. elizavetae*, *P. firati* and *P. hittitorum* were collected by electrofishing from Anatolia, Turkey (Table 2, Figure 1). The specimens were carried alive to the laboratory. The chromosomes were obtained from head kidney cells according to the air drying technique of Bertollo et al. (2015). Slides were stained with CMA₃/DAPI stainings according to Rábová et al. (2015). For this technique, slides were treated with an ice-cold ethanol series (70%, 90%, 100%, 2 minutes in each). After this step, work continued in the dark. Slides were incubated in McIlvaine buffer with MgCl₂ for 10 minutes at room temperature. Then stained with CMA₃ in a wet chamber for 15 minutes, at room temperature. Slides were covered with a coverslip and washed up shortly in McIlvaine buffer and allowed the coverslip to detach. After this step, slides were incubated in McIlvaine buffer with Methyl Green for 15 minutes at room temperature. Slides were washed shortly in McIlvaine buffer again. Then, slides were stained with DAPI in a wet chamber for 20 minutes at room temperature. Slides were washed shortly in McIlvaine buffer and drops were removed by touching slide, mounted with antifade (glycerol-propylgalate), and sealed the margins with nail polish. Sealed slides were placed on a tray covered by aluminum foil and kept in the fridge several days before the examination. Slides were screened in an Olympus BX 60 epifluorescence microscope equipped with a DP50 Olympus CCD camera. At least 10 metaphases were examined per individual. Karyotypes from CMA₃ stained metaphases were arranged manually.

Table 2. General information regarding collected individuals

Species	Locality	Coordinates	Date	Number
<i>P. elizavetae</i>	Sultan Swamps, Develi, Kayseri	38°22'N, 35°21'E	2010	15
<i>P. firati</i>	Tohma Creek, Gürün, Sivas	38°47'N, 36°57'E	2009	20
<i>P. hittitorum</i>	Spring Eflatun, Beyşehir, Konya	37°52'N, 31°34'E	2010	8

**Figure 1.** The map of Turkey with three collection sites of *Pseudophoxinus* species. The map was created using the software Google Earth Pro

RESULTS and DISCUSSION

Karyotypes of examined species corresponded to previous reports, i.e. $2n = 50$ and karyotypes composed of 8 m chromosomes, 34 sm chromosomes and 8 st chromosomes in *P. elizavetae*; 38 m-sm chromosomes and 12 st chromosomes in *P. firati*; 14 m chromosomes, 26 sm chromosomes, and 10 st-a chromosomes in *P. hittitorum* (Karasu et al., 2011; Gaffaroğlu et al., 2014; Ünal et al., 2014).

Four CMA₃ positive signals were observed in chromosomes of *P. elizavetae* (Figure 2A) and those of *P. hittitorum* (Figure 2E) whereas two CMA₃ positive signals were observed in the genome of *P. firati* (Figure 2C). CMA₃ staining revealed their location in the whole short (p) arms of medium-sized sm chromosome pair in karyotypes of all three species. No DAPI positive signal was detected in the genomes of examined species (Figures 2B, D, F).

Molecular methods are a highly efficient tool for providing species-specific markers in many areas of fish biology. As a result, the comprehensive use of both cytogenetic and molecular methods increase the level of certainty also in fish taxonomy (Kirtiklis et al., 2010; Gornung, 2013). Among the cytogenetic markers, NOR phenotypes, i.e. number and position of major rDNA sites on chromosomes, have played an important role in fish comparative cytogenetics. The number and localization of NORs have mainly been studied using silver nitrate (AgNO₃), Mithramycin (MM), or CMA₃ staining (e.g. Mani et al., 2009; Gornung, 2013; Rábová et al., 2015).

This study is the first attempt to characterize the CMA₃ and DAPI characteristics in Anatolian freshwater fishes. The result of CMA₃ staining confirmed Ag-NOR phenotype observed in *P. elizavetae* (Gaffaroğlu et al., 2014). In this study, CMA₃ positive signals were located in no. 7 and no. 9 in karyotype of *P. elizavetae* (Figure 3A). However, two more positive NOR sites were detected in chromosomes of *P. hittitorum* by CMA₃ staining. CMA₃ positive signals were located in no. 9 and no. 13 in karyotype of *P. hittitorum* (Figure 3C). *This polymorphism could be the result of translocation of rDNA sites. Only two CMA₃ positive signals were observed in no. 5 in genome of P. firati (Figure 3B).* In this sense, four Ag-NORs that reported by Karasu et al. (2011) should be a polymorphism in this species. Consequently, our data suggest that major rDNA genes have been conserved in sm chromosomes in the genomes of three endemic species of the genus *Pseudophoxinus*.

Characteristics of CMA₃ staining in *P. firati* resembles that in other leuciscins for instance *Leuciscus borysthenticus* (Ráb et al., 1996), *Pachychilon macedonicum* (Ráb et al., 2000), *Vimba vimba* and *V. elongata* (Rábová et al., 2003), some *Rutilus* and *Scardinius* species (Bianco et al.,

2004), *Squalius pyrenaicus* (Gromicho and Collares-Pereira, 2004), *S. aradensis* and *S. torgalensis* (Nabais et al. 2013).

Moreover, results of CMA₃ staining in *P. elizavetae* and *P. hittitorum* resembles that of *Leuciscus idus*, *L. cephalus* and *L. leuciscus* (Boron et al., 2009), *Iberochondrostoma almacai* and *I. lusitanicum* (Monteiro et al., 2009) and *Telestes ukliwa* (Valic et al., 2010).

On the other hand, staining with DAPI did not show any positive signals along *P. elizavetae*, *P. firati* and *P. hittitorum* chromosomes. The same results were observed in chromosomes of other cyprinoid species (Mayr et al., 1986; Valic et al., 2010). Valic et al. (2010) reported that that this could be another common feature for genomes of cyprinids.

Also, FISH experiments have to be included in future studies to determine the exact number and position of NORs of the studied species. In conclusion, this study revealed the details of the NOR phenotypes in the three endemic species using CMA₃ and DAPI stainings.

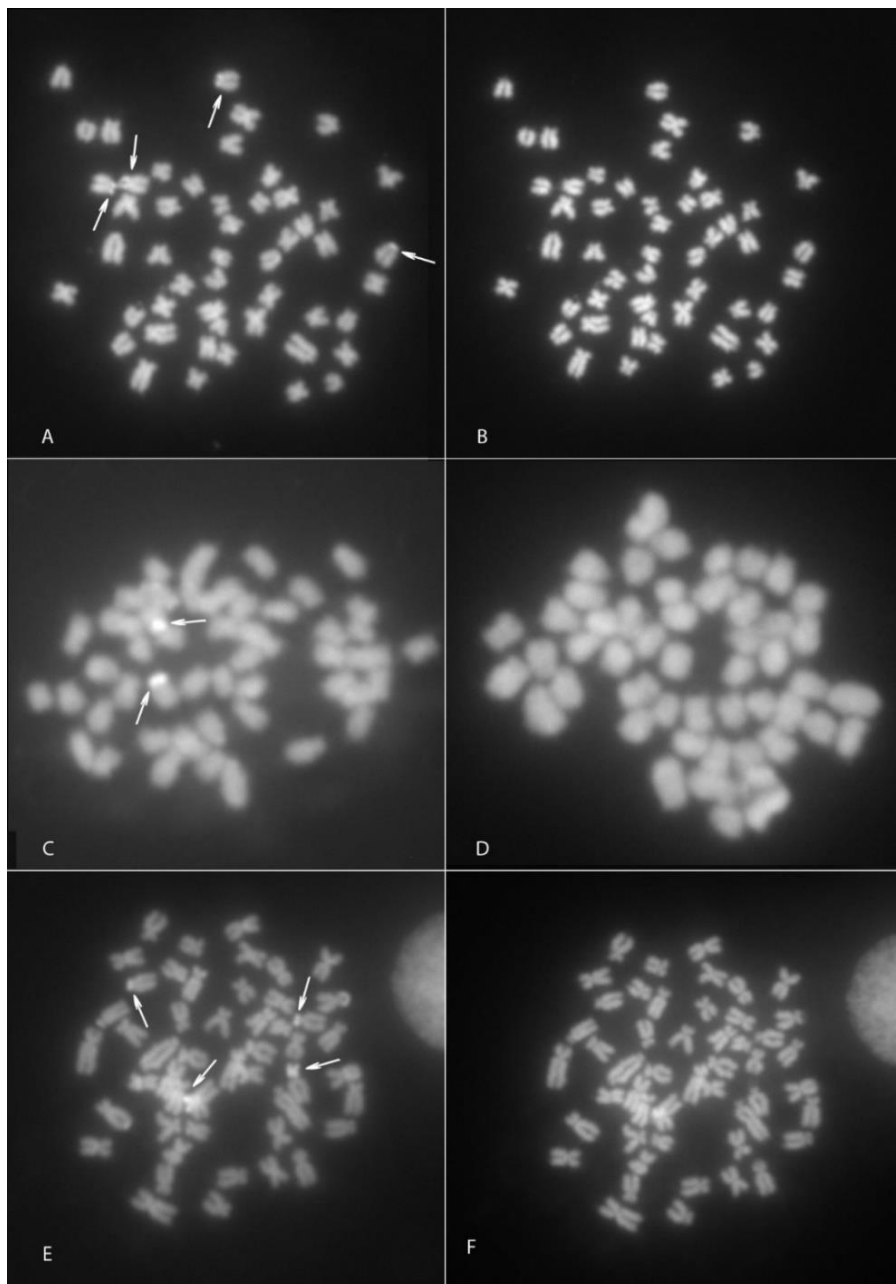


Figure 2. Metaphase of (A) *P. elizavetae*, (C) *P. firati*, (E) *P. hittitorum* after CMA₃ staining. Arrows indicate the CMA₃ positive signals. Metaphases of (B) *P. elizavetae*, (D) *P. firati*, (F) *P. hittitorum* after DAPI staining

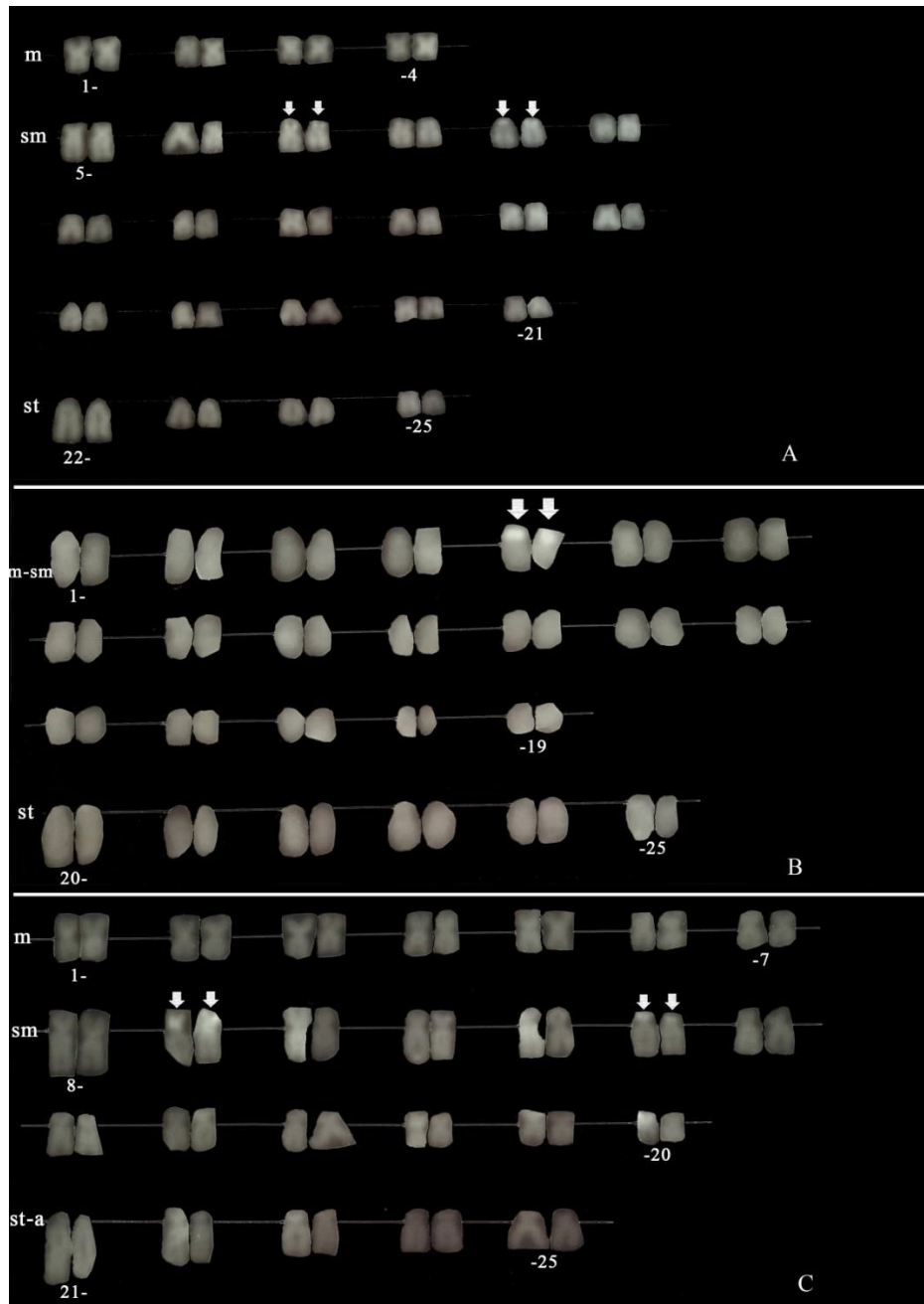


Figure 3. Arranged karyotypes of (A) *P. elizavetae*, (B) *P. firati*, (C) *P. hittitorum* after CMA₃ staining. Arrows indicate the CMA₃ positive signals

Acknowledgments: This study was supported by Kırşehir Ahi Evran University Scientific Research Projects (Project code: SYO.A4.18.001). The author is thankful to Prof. Muhammet Gaffaroğlu (Kırşehir Ahi Evran University) and Dr. Sevgi Ünal (Bartın University) for helping in the field and to Prof. Petr Ráb (Laboratory of Fish Genetics, Czechia) for his laboratory support.

REFERENCES

- Arai, R. (2011). Fish karyotypes, A Check List. Springer, Japan.
- Ayata, M.K., Yüksel, E., & Gaffaroğlu, M. (2016). Cytogenetic studies on six species of the leuciscine genus *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 (Teleostei, Cyprinidae). *Caryologia*, 69(3), 215-222.
- Bertollo, L.A.C., Cioffi, M.B., & Moreira-Filho, O. (2015). Direct chromosome preparation from freshwater teleost fishes. In: Fish cytogenetic techniques, ray-fin fishes and chondrichthyans. Eds: Ozouf-Costaz, C., Pisano, E., Foresti, F., & Toledo, L.F.A. CRC Press, USA, pp: 21-26.
- Bianco, P.G, Aprea, G., Balletto, E., Capriglione, T., Fulgione, D., & Odierna, G. (2004). The karyology of the cyprinid genera *Scardinius* and *Rutilus* in southern Europe. *Ichthyological Research*, 51, 274-278.

- Boron, A., Porycka, K., Ito, D., Abe, S., & Kirtiklis, L. (2009). Comparative molecular cytogenetic analysis of three *Leuciscus* species (Pisces, Cyprinidae) using chromosome banding and FISH with rDNA. *Genetica*, 135, 199-207.
- Ergene, S., Karahan, A., & Kuru, M. (2010). Cytogenetic analysis of *Pseudophoxinus antalyae*, Boguskaya, 1992 (Pisces: Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River Basin. Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 34(1), 111-117.
- Froese, R., & Pauly, D. (2020). FishBase [Website]. Retrieved from <https://URLwww.fishbase.de/Nomenclature/ValidNameList.php?syng=Pseudophoxinus&syms=&vtile=Scientific+Names+where+Genus+Equals+%3Ci%3EPseudophoxinus%3C%2Fi%3E&crit2=CONTAINS&crit1=EQUAL>.
- Gaffaroğlu, M., Ayata, M.K., Ünal, S., & Yüksel, E. (2014). Chromosomal analysis of *Pseudophoxinus elizavetae* Boguskaya, Küçük and Atalay, 2007 (Teleostei, Cyprinidae) from Anatolia. FABA2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Science; 25-27 September; Trabzon.
- Gornung, E. (2013). Twenty years of physical and mapping of major ribosomal RNA genes across the teleosts: a review of research. *Cytogenetic Genome Research*, 141, 90-102.
- Gromicho, M., & Collares-Pereira, M.J. (2004). Polymorphism of major ribosomal gene chromosomal sites (NOR phenotypes) in the hybridogenetic fish *Squalius alburnoides* complex (Cyprinidae) assessed through crossing experiments. *Genetica*, 122, 291-302.
- Güçlü, S.S., & Küçük, F. (2017). Endemic species of the genus *Pseudophoxinus* (Teleostei: Cyprinidae) in Anatolia and distribution areas. *First International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries*. 4-6 October, 2017, Eğirdir, Turkey.
- Kapuscinski, J. (1995). DAPI: a DNA-specific fluorescent probe. *Biotechnic and Histochemistry*, 70(5), 220-33.
- Karasu, M. (2009). *Pseudophoxinus firati* (Pisces: Cyprinidae)'nin karyotip özellikleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Karasu, M., Yüksel, E., & Gaffaroğlu, M. (2011). Karyotype, NORs, and C-banding analysis of *Pseudophoxinus firati* Boguskaya, Küçük, & Atalay, 2007 (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Euphrates River. Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 35(6), 865-868.
- Kirtiklis, L., Porycka, K., Boron, A., Coutanceau, J.P., & Dettai, A. (2010). Use of the chromosomal co-location of the minor 5S and the major 28S rDNA as a cytogenetic marker within the genus *Leuciscus* (Pisces, Cyprinidae). *Folia biologica (Kraków)*, 58, 3-4.
- Mani, I., Kumar, R., Singh, M., Kushwaha, B., Nagpure, N.S., Srivastava, P.K., Murmu, K., Rao, D.S.K., & Lakra, W.S. (2009). Karyotypic diversity and evolution of seven mahseer species (Cyprinidae) from India. *Journal of Fish Biology*, 75, 1079-1091.
- Mayr, B., Rab, P., & Kalat, M. (1986). NORs and counterstain-enhanced fluorescence studies in Cyprinidae of different ploidy level. *Genetica*, 69(2), 111-118.
- Monteiro, R., Carvalho, C., & Collares-Pereira, M.J. (2009). Karyotype and genome size of *Iberochondrostoma almakai* (Teleostei, Cyprinidae) and comparison with the sister species *I. lusitanicum*. *Genetics and Molecular Biology*, 32(2), 268-275.
- Nabais, C., Rampin, M., & Collares-Pereira, M.J. (2013). Comparative cytogenetics of two endangered leuciscine fish, *Squalius aradensis* and *S. torgalensis* (Teleostei, Cyprinidae), from the Iberian Peninsula. *Comparative Cytogenetics*, 7(1), 33-42.
- Ráb, P., Rábová, M., Economidis, P.S., & Triantaphyllidis, C. (2000). Banded karyotype of the Greek endemic cyprinid fish. *Pachychilon macedonicum*. *Ichthyological Research*, 47(1), 107-110.
- Ráb, P., Karakousis, M.Y., Rábová, M., & Economidis, P.S. (1996). Banded karyotype of the cyprinid fish *Leuciscus borysthenticus*. *Ichthyological Research*, 43(4), 463-468.
- Rábová, M., Ráb, P., Ozouf-Costaz, C., Ene, C., & Wanzebock, J. (2003). Comparative cytogenetics and chromosomal characteristics of ribosomal DNA in the fish genus *Vimba* (Cyprinidae). *Genetica*, 118, 83-91.
- Rábová, M., Volker, M., Pelikánová, Š., & Ráb, P. (2015). Sequential chromosome bandings in fishes. In: Fish cytogenetic techniques, ray-fin fishes and chondrichthyans. Eds: Ozouf-Costaz, C., Pisano, E., Foresti, F., & Toledo, L.F.A. CRC Press, USA, pp: 66-73.
- Saç, G., Özüluğ, M., Elp, M., Gaffaroğlu, M., Ünal, S., Karasu Ayata, M., Kaya, C., & Freyhof, J. (2019). New records of *Pseudophoxinus firati* from Turkey (Teleostei: Leuciscidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 1, 1-6.
- Tan M., & Armbruster J.W. (2018). Phylogenetic classification of extant genera of fishes of the order Cypriniformes (Teleostei, Ostariophysi). *Zootaxa*, 4476(1), 006-039.
- Ünal, S., & Gaffaroğlu, M. (2016). Karyology of six cyprinid fishes from Seyhan and Ceyhan rivers in Anatolia. *Caryologia*, 69(4), 362-369.

- Ünal, S., Gaffaroğlu, M., Ayata, M.K., & Yüksel, E. (2014). Karyotype, C-banding and AgNORs of two endemic leuciscine fish, *Pseudophoxinus crassus* (Ladiges, 1960) and *P. hittitorum* Freyhof & Özulug, 2010 (Teleostei, Cyprinidae). *Comparative Cytogenetics*, 8(4), 249-257.
- Valic, D., Kapetanović, D., Zanella, D., Mrakovčić, M., Teskeredžić, E., Besendorfer, V., Rabova, M., & Rab, P. (2010). The karyotype and NOR phenotype of *Telestes ukliwa* (Cyprinidae). *Folia Zoologica*, 59(2), 169-173.

Erzurum İli Merkez İlçelerinin Su Ürünleri Tüketim Davranışları Üzerine Araştırmalar

Yaşar KARAKULAK¹, Gökhan ARSLAN^{2*}, Telat YANIK³

¹ Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Erzurum, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

* Sorumlu Yazar: gokhan.arslan@atauni.edu.tr

Araştırma Makalesi

Geliş 02 Ocak 2020; Kabul 28 Nisan 2020; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntı: Karakulak, Y., Arslan, G., & Yanık, T. (2020). Erzurum ili merkez ilçelerinin su ürünleri tüketim davranışları üzerine araştırmalar. *Acta Aequatica Turcica*, 16(2), 290-300. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.669336>

Özet

Su ürünleri zengin mineral, protein ve yağ içeriklerinden dolayı insan beslenmesinde önerilen gıdalar arasında yer almaktadır. Bazı ürünleri, yüksek yağ içeriklerinden dolayı depolamaktan ziyade taze olarak tüketilmektedirler. Hem tedarik edilmesi hem yeme alışkanlıkları hem de muhafazasında görülen güçlükler maalesef ülkemizde bu ürünlerin yeterince tüketilememesine sebep olmaktadır. Mevcut araştırma, Erzurum ili merkez ilçelerinde, tüketim seviyesinin tespit edilmesi, alınması gereken muhtemel teşvik edici önlemlerin belirlenmesi, su ürünleri tüketim miktarları ve şekillerini tespit etmek amacıyla, yüz yüze görüşme anket tekniği kullanılarak 30 Nisan-30 Mayıs 2019 tarihleri arasında yapılmıştır. Araştırmada, katılımcılara su ürünleri tüketim miktarları ve alışkanlıkları ile ilgili çeşitli sorular yöneltilerek, katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ile tüketim alışkanlıkları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada; "Ana kitle oranlarına dayalı kümelendirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfî olasılık örnekleme" yöntemi kullanılarak, %38'ini bayanların oluşturduğu toplam 677 kişi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Anket çalışmasına katılan tüketicilerin %45,8'ini genç yaş grubunun oluşturduğu, %92,8'sinin balık tüketmemiz gerektiğini düşündüğü, %64,4'ünün Erzurum'da balık fiyatlarını pahalı bulduğu, %46,7'sinin balık satın alırken taze olup olmadığına dikkat ettiği, %55,1'inin en fazla hamsi balığını tükettiği, %54,7'sinin ise aylık balık tüketim ortalamasının 0-3 kg olduğu anket çalışması sonucunda ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erzurum, su ürünleri tüketimi, tüketici tercihleri.

Researches On Fishery Consumption Behaviors of Erzurum Central Districts

Abstract

As an important food source that contributes to the development and protection of health in every period of life, seafood is recommended to consume regularly because it contains nutrients such as good quality protein and long-chain polyunsaturated n-3 fatty acids. In the central districts of Erzurum, surveys were conducted to investigate how this valuable nutrient is consumed by using face to face interview techniques from 30 April to 30 May of 2019. Various questions about consumption habits were asked to the participants and the relationship between socio-demographic characteristics and consumption habits was examined. According to the findings obtained in the face-to-face surveys with 677 consumers by using 'based on population rates non-clustered single-stage simple random probability sampling' method; it was determined that 38% of the consumers were female and 62% were male. Survey results revealed that from the participants; 45.8% of them are young age group, 92.8% think that we should consume fish, 64.4% found that fish prices in Erzurum are expensive, 46.7% paid attention to whether they are fresh or not when buying fish, 55.1% consume mostly anchovy and the average monthly fish consumption of 54.7% of the participants is at 0-3 kg.

Keywords: Erzurum, seafood consumption, consumer preferences

GİRİŞ

Beslenme ve gıda yetersizliğinin hızla artan dünya nüfusunun gelecekte karşılaşacağı en önemli sorunlar arasında yer alacağı düşünülmektedir. Uzmanlar 2050'li yıllarda artan dünya nüfusu paralel olarak mevcut gıda üretiminin iki katına çıkartılması gerekliliğini vurgulamaktadırlar su Ürünleri yetiştiriciliği bu ihtiyacın karşılanabilmesi için önemli bir potansiyele sahiptir (Arslan, 2019). Bu anlamda su ürünleri üretiminin dünyada giderek artan protein ihtiyacını karşılamak için, gelecek 50 yıldaki en büyük gıda kaynaklarından birisi olacağı bildirilmektedir (FAO, 2012). Tüketim bakımından su ürünleri; yumuşakçalar, kabuklular ve ekinodermiler gibi kabuklu deniz ürünleri ile her

çeşit balık ve deniz memelilerini içermektedir. Dünyada ki tüm bölgelerde birçok balık türü yiyecek olarak tüketilmektedir (Baysal, 2004). Balık etinde bağ dokusu (%3) kırmızı ete kıyasla (%15) oldukça düşük olduğundan, erken pişmesi ve parçalanması kolay olduğundan çiğneme sorunu gibi çeşitli sağlık sorunlarına sahip olan kişilerce tercih edilmektedir (Brown, 2000). Balık etinin bazı hastalıkların önlenmesinde önemli derecede etkili olduğu bildirilmektedir (Maskan, 2005; Erkan, 2013; Gorga, 1998). Balık yağında bulunan omega-3 yağ asitlerinin meme, kalın barsak ve prostat kanserlerinde tümör gelişimini engelleyici etkileri rapor edilmiştir (Pigott ve Tucker, 1990). Baysal (2004), Et ile beslenenlere kıyasla, balıkla beslenen kişilerde kalp rahatsızlıklarının daha az görüldüğünü bildirmektedir. Somon balığı ile beslenen bireylerde kanda kolesterol ve trigliserid seviyelerinin düştüğü tespit edilmiştir (Turan vd., 2006). Dolayısıyla, su ürünleri sağlık bakımından oldukça önemli olup, sağlıklı bir yaşam için düzenli olarak tüketilmelidir.

Dünya geneli ve Avrupa Birliği ülkeleri özelinde kıyaslandığında, ülkemizde kişi başına düşen su ürünleri tüketimi oldukça düşüktür. Toplumlar arasında artan eğitim seviyesi ile bilinçli gıda tüketimi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilmektedir (Karabulut ve Yandı, 2006). Ülkemizde akuakültür ile üretim miktarı yıldan yıla artmaktadır. Akuakültürde alabalık, çipura ve levrek ilk sıralarda yer almaktadır. Avcılık bakımından ele alındığında ise, miktarları yıldan yıla dalgalanma göstermekle birlikte denizlerimizde hamsi, sardalya, istavrit, palamut-torik, çaça balığı, mezzit, istavrit (karagöz) ve lüfer toplam av miktarının yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Diğer deniz ürünleri ise kalan kısmı oluşturmaktadır. En fazla avcılığı yapılan tür beyaz kum midyesi olarak rapor edilmiştir (TUİK, 2014). Doğu Anadolu'nun en eski yerleşim birimlerinden birisi olan Erzurum, oldukça zengin su kaynaklarına, çevresiyle güçlü ekonomik ve sosyal ilişkilere sahip olmasına rağmen, maalesef çeşitli sosyal ve ekonomik faktörlerden dolayı Erzurum ilinde yapılan balıkçılık faaliyetlerinin ve tüketilen balık miktarının mevcut potansiyelin altında olduğu rapor edilmiştir (Hisar vd., 2002). Bu durumun nedenleri gelecek açısından son derece önemlidir. Mevcut yetiştiricilik potansiyelinin fazla olmasına rağmen, işletme sayısının azlığı ve balık tüketim miktarının düşük seviyelerde bulunmasının sebepleri önemlidir.

Bu çalışmamızda Erzurum'un merkez ilçeleri Yakutiye, Palandöken ve Aziziye'de ikamet eden 677 kişi konu edilmiştir. Anket formları verilerin homojenliği bakımından ilçelerde farklı mahallelerde uygulanmıştır. Elde edilecek verilerin güvenilirliğinin artırılması bakımından; farklı gelir seviyeleri olan, farklı sosyal imkanlara sahip ve farklı meslek gruplarında çalışan kişilere anket formlarının uygulanmasına özen gösterilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmamız Erzurum İli'ndeki 20 ilçenin nüfus yoğunluğu ve diğer ilçelerle ilişkileri düşünülerek en yoğun üç merkez ilçesi olan, nüfus yoğunluğuna göre Yakutiye, Palandöken ve Aziziye ilçelerinde yapılmıştır. Örnekleme sahası olarak; çalışma yapıldığı dönem ki, 191224 nüfuslu Yakutiye, 168651 nüfuslu Palandöken ve 62289 kişi nüfusa sahip Aziziye ilçeleri seçilmiştir. Araştırmada üç ilçede ikamet eden kişilere 30 Nisan - 30 Mayıs 2019 tarihleri arasında anket formları yöneltilerek onların su ürünleri tüketim alışkanlıkları tespit edilmiştir.

Erzurum ili merkez ilçelerinde tesadüfi olarak seçilen 677 kişiyle yüz yüze görüşme yapılarak elde edilen araştırma verileri istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. "Chi-Square Tests" sürekli bir dağılım olup genellikle iki bağımsız kategorik kriteri test etmek için kullanılır. Bu nedenle çalışmamızdan elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak "Chi-Square Tests" sonuçları ile yorumlanmıştır.

BULGULAR

Demografik Bilgilere İlişkin Bulgular

Çalışmamıza katılan 677 kişinin %38'ni (257) kadın %62'sini (420) Erkek bireyler oluşturmaktadır.

Yaş grupları dört ana başlık altında toplanarak değerlendirilmiştir. Buna göre, 18 yaş altı Çocuk, 18-30 yaş aralığına Genç, 31-50 yaş aralığına Yetişkin ve 51 yaş ile üzerine ise Yaşlı şeklinde ayırım yapılmaya gidilmiştir. Ankete katılım sağlayan kişilerin yaş dağılımlarının su ürünleri tüketiminde ki etkileri incelenmiştir. Böylece çalışmamıza katılanların %9,9 çocuk, %45,8 genç, %33,2 yetişkin ve %11,1 ise yaşlı grubunu temsil etmektedir.

İnsanların eğitim durumları ile kişisel tercihlerinin farklılık gösterdiğini ve bu bağlamda tüketicilerin bilinç düzeyi ve tüketimin doğrudan ilişkili olduğunu varsayarak katılımcularımıza eğitim

durumları sorulmuş; %2,4 okur-yazar değil, %5,8 okur-yazar, %17,6 ilkokul-ortaokul, %30,3 Lise, %44 Üniversite ve üzeri tahsile sahip olduğu tespit edilmiştir. Böylece spesifik tüketim soruları ile eğitim durumları arasında bir anlam olup olmadığı çalışmamızda irdelenmiştir.

Meslek grupları ile tüketim arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kişilere uğraştıkları meslekler sorulmuş alınan cevaplara göre; %24,5 öğrenci, ev hanımı, emekli ve geçici işsizlerden oluşmaktadır, %43,9 özel sektör dallarında çalıştığı ve %31,6 ise kamu sektöründe çalıştığını beyan etmiştir.

Bilindiği üzere kişiler harcamalarını gelir durumlarına göre yapmaktadırlar. Tüketiciler ekonomik yönden ne kadar özgürse bir o kadar da tüketim alanında özgürce hareket etmektedirler. Ankete katılan tüketiciler aylık gelir durumları yönünden incelenmiş alınan verilere göre; %39 aylık 2000 TL ve altı, %35,6 aylık 2001- 3500 TL, %25,4 aylık 3501 TL ve üzeri gelire sahip olduğu ortaya çıkmış olup insanların su ürünleri satın alma potansiyelinin bu doğrultuda tutum ve davranışları genel olarak incelenerek çalışmamıza konu edilmiştir.

Çalışmamıza katılım sağlayan tüketicilerin hangi ilçelerde ikamet ettikleri belirlenmiştir. Böylece Erzurum'un merkez ilçeleri arasında tüketim alışkanlığı farklılıkları ve benzerliklerinin olup olmadığını araştırmaktır. Erzurum'un üç merkez ilçesi bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla Yakutiye, Palandöken ve Aziziye'dir. Ankete katılanlar %46,1'i Yakutiye, %36,5'i Palandöken ve %17,4'ü Aziziye de ikamet etmektedir. Bu oranlar ilçelerin nüfus yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Demografik bilgilere ait bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik bilgilere ait bulgular

Cinsiyet	%
Bayan	38
Bay	62
Yaş	%
<18 Çocuk	9,9
18-30 Genç	45,8
31-50 Yetişkin	33,2
51> Yaşlı	11,1
Eğitim Durumları	%
Okur-yazar değil	2,4
Okur-yazar	5,8
İlkokul-Ortaokul	17,6
Lise	30,2
Üniversite ve üzeri	44
Meslek Grupları	%
Öğrenci,ev hanımı,emekli,geçici işsiz	24,5
Özel sektör çalışanı	43,9
Kamu çalışanı	31,6
Gelir Düzeyleri	%
2000 TL <	39
2001-3500 TL	35,6
3501 TL >	25,4
İkamet Durumları	%
Yakutiye	46,1
Palandöken	36,5
Aziziye	17,4

Tüketim İle Alakalı Bulgular

Cinsiyete bağlı olarak “Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz?

	Fiyatına	Lezzetli Olmasına	Tazeliliğine	Az Kılçıklı Olmasına	Hepsi	Diğer	Toplam
Kadın	34	11	138	16	58	0	257
%	13,2	4,3	53,7	6,2	22,6	0,0	100,0
Erkek	70	25	178	25	107	15	420
%	16,7	6,0	42,4	6,0	25,5	3,6	100,0
Toplam	104	36	316	41	165	15	677
%	15,4	5,3	46,7	6,1	24,4	2,2	100,0

Pearson Chi-Square: 16,190 p<0.05

Tablo 2’de verilen bilgiler doğrultusunda “Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz” sorusuna verilen cevaplar bakımından cinsiyetler arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Kadınların %53,7’si tazeliğine dikkat ederken, erkeklerde bu oran %42,4 olarak belirlenmiştir.

Cinsiyete bağlı olarak “Balık Dışı En Çok Hangi Su Ürünlerini Tüketmekteyiz?” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Balık dışı en çok hangi su ürünlerini tüketmekteyiz?

	Midye	İstakoz	Kerevit	Salyangoz	Kalamar	Karides	Hepsi	Diğer	Hiçbiri	Toplam
Kadın	52	4	9	9	5	16	13	6	143	257
%	20,2	1,6	3,5	3,5	1,9	6,2	5,1	2,3	55,6	100,0
Erkek	154	7	15	12	15	27	20	29	141	420
%	36,7	1,7	3,6	2,9	3,6	6,4	4,8	6,9	33,6	100,0
Toplam	206	11	24	21	20	43	33	35	284	677
%	30,4	1,6	3,5	3,1	3,0	6,4	4,9	5,2	41,9	100,0

Pearson Chi-Square: 40,799 p<0.05

Tablo 3’de verilen bilgiler doğrultusunda “Balık dışı en çok hangi su ürünlerini tüketmekteyiz?” sorusuna verilen cevaplar bakımından cinsiyetler arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Kadınların %55,6’sı balık dışında herhangi bir su ürünü tüketmezken, erkeklerde bu oran %33,6 olarak belirlenmiştir.

Yaş aralığına bağlı olarak “Balık tüketmenizin en önemli sebebi nedir” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Balık tüketmenizin en önemli sebebi nedir?

	Lezzetli Olduğu İçin	Sağlıklı Olduğu İçin	Hepsi	Diğer	Toplam
Çocuk (18 yaş altı)	7	54	2	4	67 (%9,9)
%	10,4	80,6	3,0	6,0	100,0
Genç (18-30)	45	111	38	116	310 (%45,8)
%	14,5	35,8	12,3	37,4	100,0
Yetişkin (31-50)	42	100	23	60	225 (%33,2)
%	18,7	44,4	10,2	26,7	100,0
Yaşlı (50 +)	18	34	19	4	75 (%11,1)
%	24,0	45,3	25,3	5,3	100,0
Toplam	112	299	82	184	677 (%100)
%	16,5	44,2	12,1	27,2	100,0

Pearson Chi-Square: 82,816 p<0.05

Tablo 4’de verilen bilgiler doğrultusunda “Balık tüketmenizin en önemli sebebi nedir?” sorusuna verilen cevaplar bakımından yaşlar arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Yaşları 18 altı olan çocukların %80,6’sı balık tüketiminin sağlıklı olduğunu düşünürken, yaşları 18 ile 30 arasında olan gençlerde bu oran %35,8 olarak belirlenmiştir.

Yaş aralığına bağlı olarak “Sizce balık tüketimini etkileyen faktörlerden en önemlisi nedir” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Sizce balık tüketimini etkileyen faktörlerden en önemlisi nedir?

	Fiyatın Pahalı Olması	Kokusu	Tadı	Reklam Yetersizliği	Hepsi	Diğer	Toplam
Çocuk (18 yaş altı)	14	5	1	2	44	1	67
%	20,9	7,5	1,5	3,0	65,7	1,5	100,0
Genç (18-30)	161	31	13	22	69	14	310
%	51,9	10,0	4,2	7,1	22,3	4,5	100,0
Yetişkin (31-50)	127	29	15	5	43	6	225
%	56,4	12,9	6,7	2,2	19,1	2,7	100,0
Yaşlı (50 +)	51	8	5	3	6	2	75
%	68,0	10,7	6,7	4,0	8,0	2,7	100,0
Toplam	353	73	34	32	162	23	677
%	52,1	10,8	5,0	4,7	23,9	3,4	100,0

Pearson Chi-Square: 91,250 p<0.05

Tablo 5’de verilen bilgiler doğrultusunda “Sizce balık tüketimini etkileyen faktörlerden en önemlisi nedir” sorusuna verilen cevaplar bakımından yaşlar arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Yaşları 18 altı olan çocukların %65,7’si balık tüketimini etkileyen faktörlerden hepsi (fiyatının pahalı olması, kokusu, tadı ve reklam yetersizliği) cevabını verirken, yaşları 50 ve üzerinde olan yaşlılarda bu oran %8,0 olarak belirlenmiştir.

Eğitim durumuna göre “Su ürünleri denilince aklınıza gelen ilk canlı türü hangisidir” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 6’te verilmiştir.

Tablo 6. Su ürünleri denilince aklınıza gelen ilk canlı türü hangisidir?

	Balık	Yumuşakçalar	Kabuklular	Zooplanktonlar	Su Bitkileri	Toplam
Okur Yazar Değil	7	2	2	2	3	16 (%2,4)
%	43,8	12,5	12,5	12,5	18,8	100,0
Okur Yazar	29	0	5	4	1	39 (%5,8)
%	74,4	0,0	12,8	10,3	2,6	100,0
İlkokul-Ortaokul	98	7	12	0	2	119 (%17,6)
%	82,4	5,9	10,1	0,0	1,7	100,0
Lise	187	11	2	2	3	205 (%30,3)
%	91,2	5,4	1,0	1,0	1,5	100,0
Üniversite ve Üzeri	275	4	8	6	5	298 (%44)
%	92,3	1,3	2,7	2,0	1,7	100,0
Toplam	596	24	29	14	14	677 (%100)
%	88,0	3,5	4,3	2,1	2,1	100,0

Pearson Chi-Square: 90,986 p<0.05

Tablo 6’da verilen bilgiler doğrultusunda “Su ürünleri denilince aklınıza gelen ilk canlı türü hangisidir?” sorusuna verilen cevaplar bakımından eğitim durumları arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Üniversite ve üzeri mezunlarının %92,3’ünün aklına ilk gelen balık olurken, okuryazar olmayanlarda bu oran %43,8 olarak belirlenmiştir.

Eğitim duruma bağlı olarak “Sizce balık tüketmeli miyiz” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Sizce balık tüketmeli miyiz?

	Evet	Hayır	Toplam
Okur Yazar Değil	9	7	16
%	56,3	43,8	100,0
Okur Yazar	28	11	39
%	71,8	28,2	100,0
İlkokul-Ortaokul	114	5	119
%	95,8	4,2	100,0
Lise	187	18	205
%	91,2	8,8	100,0
Üniversite Ve Üzeri	290	8	298
%	97,3	2,7	100,0
Toplam	628	49	677
%	92,8	7,2	100,0

Pearson Chi-Square: 68,870 p<0.05

Tablo 7’de verilen bilgiler doğrultusunda “Sizce balık tüketmeli miyiz?” sorusuna verilen cevaplar bakımından eğitim durumları arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Üniversite ve üzeri mezunlarının %97,3’ü balık tüketilmesine evet cevabı verirken, okuryazar olmayanlarda bu oran %56,3 olarak belirlenmiştir.

Gelir durumuna bağlı olarak “En fazla tükettiğiniz balık türü nedir” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. En fazla tükettiğiniz balık türü nedir?

	Hamsi	İstavrit	Alabalık	Sazan	Çipura Levrek	Somon	Diğer Balık Türleri	Toplam
2000 TL ve daha Az	147	20	63	14	9	5	6	264 (%39)
%	55,7	7,6	23,9	5,3	3,4	1,9	2,3	100,0
2001 TL - 3500 TL	138	8	48	12	17	6	12	241 (%35,6)
%	57,3	3,3	19,9	5,0	7,1	2,5	5,0	100,0
3501 TL ve üzeri	88	7	39	6	26	5	1	172 (%25,4)
%	51,2	4,1	22,7	3,5	15,1	2,9	,6	100,0
Toplam	373	35	150	32	52	16	19	677 (%100)
%	55,1	5,2	22,1	4,7	7,7	2,4	2,8	100,0

Pearson Chi-Square: 33,958 p<0.05

Tablo 8’de verilen bilgiler doğrultusunda “En fazla tükettiğiniz balık türü nedir?” sorusuna verilen cevaplar bakımından gelir durumu arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %15,1’i çipura/levrek tüketirken, geliri 2000 TL ve daha az olanlarda bu oran %3,4 olarak belirlenmiştir.

Gelir durumuna bağlı olarak “Balık tüketim sıklığınız nedir” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9’da verilen bilgiler doğrultusunda “Balık tüketim sıklığınız nedir?” sorusuna verilen cevaplar bakımından gelir durumu arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %26,7’si haftada bir balık tüketirken, Geliri 2000 TL ve daha az olanlarda bu oran %12,5 olarak belirlenmiştir.

Gelir durumuna bağlı olarak “Aylık ortalama balık tüketiminiz kaç kilogramdır” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9. Balık tüketim sıklığınız nedir?

	Haftada Bir	İki Haftada Bir	Ayda Bir	Yılda Bir	Toplam
2000 TL ve daha az	33	72	111	48	264
%	12,5	27,3	42,0	18,2	100,0
2001 TL - 3500 TL	61	55	88	37	241
%	25,3	22,8	36,5	15,4	100,0
3501 TL ve üzeri	46	46	58	22	172
%	26,7	26,7	33,7	12,8	100,0
Toplam	140	173	257	107	677
%	20,7	25,6	38,0	15,8	100,0

Pearson Chi-Square: 19,276 p<0.05

Tablo 10. Aylık ortalama balık tüketiminiz kaç kilogramdır?

	Aylık 0-3 Kg	Aylık 4-7 Kg	Aylık 8-11 Kg	Aylık 12 Kg ve üzeri	Toplam
2000 TL ve daha az	166	66	16	16	264
%	62,9	25,0	6,1	6,1	100,0
2001 TL - 3500 TL	117	62	35	27	241
%	48,5	25,7	14,5	11,2	100,0
3501 TL ve üzeri	87	59	14	12	172
%	50,6	34,3	8,1	7,0	100,0
Toplam	370	187	65	55	677
%	54,7	27,6	9,6	8,1	100,0

Pearson Chi-Square: 23,568 p<0.05

Tablo 10’da verilen bilgiler doğrultusunda “Aylık ortalama balık tüketiminiz kaç kilogramdır” sorusuna verilen cevaplar bakımından gelir durumu arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Geliri 2000 TL ve daha az olanların %62,9’u aylık ortalama 0 ile 3 kg arasında balık tüketirken, geliri 2001 ile 3500 TL arasında olanlarda bu oran %48,5 olarak belirlenmiştir.

Gelir durumuna bağlı olarak “Erzurum’da balık fiyatları nasıl” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Erzurum’da balık fiyatları nasıl?

	Pahalı	Normal	Ucuz	Toplam
2000 TL ve daha az	167	92	5	264
%	63,3	34,8	1,9	100,0
2001 TL - 3500 TL	146	82	13	241
%	60,6	34,0	5,4	100,0
3501 TL ve üzeri	123	47	2	172
%	71,5	27,3	1,2	100,0
Toplam	436	221	20	677
%	64,4	32,6	3,0	100,0

Pearson Chi-Square: 11,704 p<0.05

Tablo 11’de verilen bilgiler doğrultusunda “Erzurum’da balık fiyatları nasıl” sorusuna verilen cevaplar bakımından gelir durumu arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %71,5’i balık fiyatlarını pahalı bulurken, geliri 2001 ile 3500 TL arasında olanlarda bu oran %60,6 olarak belirlenmiştir.

Gelir durumuna bağlı olarak “Eğer kırmızı etin, tavuk etinin, balığın ve yumuşakçaların fiyatları aynı olsaydı ilk hangisini tercih ederiniz” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Eğer kırmızı etin, tavuk etinin, balığın ve yumuşakçaların fiyatları aynı olsaydı ilk hangisini tercih ederdingiz?

	Kırmızı Et	Tavuk Eti	Balık	Yumuşakçalar (Midye..vb)	Toplam
2000 TL ve daha az	197	25	32	10	264
%	74,6	9,5	12,1	3,8	100,0
2001 TL - 3500 TL	167	14	52	8	241
%	69,3	5,8	21,6	3,3	100,0
3501 TL ve üzeri	114	8	45	5	172
%	66,3	4,7	26,2	2,9	100,0
Toplam	478	47	129	23	677
%	70,6	6,9	19,1	3,4	100,0

Pearson Chi-Square: 17,563 p<0.05

Tablo 12’de verilen bilgiler doğrultusunda “Eğer kırmızı etin, tavuk etinin, balığın ve yumuşakçaların fiyatları aynı olsaydı ilk hangisini tercih ederdingiz?” sorusuna verilen cevaplar bakımından gelir durumu arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %26,2’si balığı tercih ederken, geliri 2000 TL ve daha az olanlarda bu oran %12,1 olarak belirlenmiştir.

Mesleğe bağlı olarak “Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz” sorusuna katılımcıların vermiş oldukları cevapların Ki-Kare testi ile analizi Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz?

	Fiyatına	Lezzetli Olmasına	Tazeliğine	Az Kılçıklı Olmasına	Hepsi	Diğer	Toplam
Öğrenci, Emekli, Ev Hanımı, Geçici İşsiz	35	3	54	12	58	4	166 (%24,5)
%	21,1	1,8	32,5	7,2	34,9	2,4	100,0
Özel Sektör	43	27	139	18	61	9	297(%43,9)
%	14,5	9,1	46,8	6,1	20,5	3,0	100,0
Kamu	26	6	123	11	46	2	214(%31,6)
%	12,1	2,8	57,5	5,1	21,5	,9	100,0
Toplam	104	36	316	41	165	15	677(%100)
%	15,4	5,3	46,7	6,1	24,4	2,2	100,0

Pearson Chi-Square: 45,235 p<0.05

Tablo 13’te verilen bilgiler doğrultusunda “Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz?” sorusuna verilen cevaplar bakımından meslek grupları arasında bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek amacıyla yapılan Ki-Kare bağımsızlık testi sonucunda önemli bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Kamu sektöründe çalışanların %57,5’i tazeliğine dikkat ederken, öğrenci, emekli, ev hanımı ve geçici işsizlerde bu oran %32,5 olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmamızda Erzurum İlinin Merkez ilçelerinde ikamet eden katılımcılara su ürünleri tüketim tercih ve alışkanlıklarına yönelik sorular sorularak verilen cevaplar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Erzurum’da su ürünleri tüketim davranışlarına yönelik çalışmamız neticesinde aşağıda sıralanan sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızda, Balık satın alırken en çok nelere dikkat edersiniz? Sorusuna verilen cevaplar değerlendirilmiş benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Diyarbakır ili su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine yapılan araştırmaya göre tüketicilerin su ürünleri satın alırken %26,6’nın ürünün tazeliğini, %23,5 fiyatına, %15,5’i de tür ve bulunabilirlik kriterlerine baktıklarını belirtmişlerdir (Odabaşı, 2016). Aynı şekilde Denizli ilinde su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir çalışma yapılmış ve bireylerin %82’i balık satın alırken tazeliğine dikkat ettiklerini belirtmişlerdir (Telli, 2018). Kahramanmaraş ili merkez ilçede balık tüketim alışkanlıkları üzerine yapılan çalışmaya göre katılımcıların balık satın alırken %73’ü tazeliğine bakmaktadır (Beyazbayrak, 2014), Aynı soruya

değişik bölgelerdeki farklı cevaplar, balık tüketim şeklini ve tercihini coğrafik koşullar ve alışkanlıkların oluşturduğu kanaatine varmamıza sebep olmuştur.

Erzurum ilinde tüketicilere Balık dışı en çok hangi su ürünlerini tüketmekteyiz? Sorusuna verilen cevaplar benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır verilen cevaplar Batman ve Kahramanmaraş'ta yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir (Akkuş vd., 2018; Beyazbayrak, 2014). Denize kıyısının bulunmaması ayrıca geçmişten gelen yemek kültürü durumu yakından ilişkilidir. Ayrıca Balık harici su ürünlerinin yeteri kadar tanıtılmaması da önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmamızdan çıkarılan önemli sonuçlardan biride “Balık Tüketmenizin En Önemli Sebebi Nedir” sorusuna, Yaşları 18 altı olan çocukların %80,6'sının sağlık şeklinde vermiş oldukları cevaptır. Bu durum okul çağındaki bireylere balığın sağlık açısından önemi hakkında bilinçlendirmeler yapılmasının sonucu olarak görülmektedir. Balık tüketiminin teşvik edilerek arttırılması için benzer çalışmaların artarak devam etmesi sonucu da doğal olarak ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde Sizce balık tüketimini etkileyen faktörlerden en önemlisi nedir sorusuna verilen cevaplarda da benzer durum söz konusudur.

Çalışmamızın ilginç sonuçlarından birisi olan su ürünleri denilince aklınıza gelen ilk canlı türü hangisidir sorusuna Eğitim durumları Üniversite ve üzeri olan katılımcıların % 92,3'ü balık derken okur-yazar olmayanların % 43,8'nin balık şeklinde cevap vermesidir. Aynı sorunun detayına bakıldığında okur-yazar olmayan katılımcıların çeşitli su bitkilerini, yumuşakçaları ve diğer canlıları da su ürünleri olarak değerlendirdikleri görülmektedir. Bu anlamda eğitim seviyesiyle su ürünleri arasındaki bu enteresan sonucun farklı çalışmalarla değerlendirilmesi ve araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Çalışmamızda sorulan “Sizce balık tüketmeli miyiz” sorusuna eğitim düzeyleri üniversite ve üzeri olan katılımcıların %97,3'ü evet derken okur-yazar olmayanlarda bu oran %56,3 olarak ortaya çıkmıştır. Sonucun bu şekilde çıkması balık tüketiminin sağlık açısından önemi konularının eğitim aracılığı ile bireylere anlatıldığını okur-yazar olmayan bireylerin balık tüketiminin önemi hakkında bilgilendirilmesi gerektiği anlamı taşımaktadır. Özellikle ilköğretim seviyesinden verilecek eğitim gelecek adına faydalı olacaktır.

Çalışmamızın önemli sorularından biri olan “En fazla tükettiğiniz balık türü nedir” sorusu %55,1 hamsi, %22,2 alabalık, %7,7 çipura/levrek, %5,2 istavrit, %4,7 sazan, %2,4 somon ve %2,8 diğer balık türlerini şeklinde cevaplanmıştır. Buradan çıkan sonuç yörenin ekonomik açıdan daha uygun balıkları tercih ettiği anlamını taşımaktadır. Ayrıca deniz kenarında bulunmaması, farklı türlerden balık tüketimlerine ön yargı ile yaklaşılması gibi nedenlerde tüketilen balık türünü etkilemektedir.

Çalışmamızda “Balık tüketim sıklığınız nedir” sorusuna Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %26,7'si haftada bir şeklinde cevap verirken, Geliri 2000 TL ve daha az olanlarda bu oran %12,5 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçtan Erzurum'da balık fiyatlarının daha ekonomik seviyelere çekilmesinin tüketimi teşvik edeceği düşünülmektedir fakat Benzer şekilde “Aylık ortalama balık tüketiminiz kaç kilogramdır” sorusuna ise Geliri 2000 TL ve daha az olanların %62,9'u aylık ortalama 0 ile 3 kg arasında şeklinde cevap vermiş, geliri 2001 ile 3500 TL arasında olanlar %48,5 olarak soruyu cevaplandırmıştır. Bu durum gelir seviyesi daha düşük olan katılımcıların ekonomik açıdan daha uygun olan balık türlerini tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Aynı şekilde “Erzurum'da balık fiyatları nasıl” sorusuna katılımcıların çoğunlukla pahalı şeklinde verdiği cevaplarda durumu izah etmektedir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda Gelir seviyesinin düşük olmasının Su ürünleri tüketimini etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca avlanma sahasına uzak olan bölgelere su ürünlerinin ulaştırılmasında transfer masrafları nedeniyle fiyat artışları olmaktadır (Çolakoğlu vd., 2006; Gözener vd., 2016). Dolayısıyla Erzurum'da tüketimi fazla olan balık türlerinin fiyatlarının makul seviyelere çekilmesinin, tatlı su yetiştiricilik sistemlerinin geliştirilerek ulaşılabilirliğinin kolaylaştırılmasının balık tüketiminin artmasına vesile olacağı kanaatine varmamıza sebep olmuştur.

Çalışmamızın yine önemli kısımlarından biri olan “Eğer kırmızı etin, tavuk etinin, balığın ve yumuşakçaların fiyatları aynı olsaydı ilk hangisini tercih ederdingiz” sorusuna Geliri 3501 TL ve üzeri olanların %26,2'si balığı tercih ederken, geliri 2000 TL ve daha az olanlarda bu oran %12,1 olarak belirlenmiştir. Bu durum gelir seviyesi daha düşük olan katılımcıların balığın özellikle sağlık açısından faydaları hakkında yeteri kadar bilinçlendirilmediği şeklinde yorumlanmıştır.

Son olarak çalışmamızda “Balık Satın Alırken En Çok Nelere Dikkat Edersiniz?” şeklinde sormuş olduğumuz soruya Kamu sektöründe çalışanların %57,5'i tazeliğine dikkat ederken, öğrenci, emekli,

ev hanımı ve geçici işsizlerde bu oran %32,5 olarak belirlenmiştir. Bu durumda yine gelir seviyesiyle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

SONUÇ

Yapmış olduğumuz çalışmada Balık tüketimini etkileyen en önemli nedenlerin başında; yeme alışkanlıkları, su ürünleri hakkında bilgi sahibi olmamak, yüksek fiyat ve yıl boyu ulaşılabilirlik gibi sebepler karşımıza çıkmaktadır. Erzurum yaklaşık 2 bin metre rakım da bulunması en yakın deniz sahiline (Karadeniz) 320 km mesafede olması sebebiyle su ürünlerine ulaşılabilirliği zor olan bir şehirdir. Bu durum balık tüketimini negatif anlamda etkilemektedir. Ayrıca yaptığımız çalışmada ekonomik sebeplerinde Erzurum'da balık tüketimini önemli bir şekilde etkilediği sonucunu ortaya koymuştur. Ülkemizdeki kişi başı balık tüketimi hem çok düşüktür (5,5 kg/kişi civarı) hem de tüketimin önemli bir kısmını tek bir tür (Karadeniz hamsisi) oluşturmaktadır. Dolayısıyla daha sağlıklı bir toplum oluşturmak için kişi başına balık tüketim miktarının artırılmasının yanı sıra tek türe bağımlı olan üretim/tüketim dengesine mutlaka diğer türler de dahil edilmelidir. Ayrıca balığın sağlık açısından önemini anlatılmasının tüketime olumlu yönde etki ettiği gerçeğinden hareketle bölgede su ürünleri eğitim faaliyetlerinin artırılması kanaatine varılmıştır. Artan Dünya nüfusu ve azalan gıda kaynakları da dikkate alındığı takdirde geleceğin gıda maddesi olmaya aday olan su ürünleri şimdiden özendirilerek gelecek nesillere aşılmalı, gerek ulaşılabilirlik gerekse uygun fiyatlarla özendirilmeli ve Dünya ortalamasının çok altında olan su ürünleri tüketimimiz artırılmalıdır. Yapmış olduğumuz bu çalışma mevcut durum analizi olmasının ötesinde geleceğe dair plan ve programlara da ışık tutarak arzu edilen seviyeye ulaşabilme adına önemli bir veridir.

Teşekkür: Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamlayan Yaşar KARAKULAK'ın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akkuş, S. (2018). *Batman İli balık tüketim alışkanlığının belirlenmesi*. Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tunceli.
- Arslan, G. (2019). Determination of fish consuming habits of vocational school students from different families. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2), 40-45.
- Baysal, A. (2004). *Beslenme*. 10. Baskı, Hatipoğlu Yayınevi, Beşevler-Ankara.
- Beyazbayrak, Z. (2014). *Kahramanmaraş İli Merkez İlçede Balık Tüketim Alışkanlıkları*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Brown A. (2000). Understanding food fish and shellfish. Wadsworth/Thomson Learning, USA, 299-318s.
- Çolakloğlu F.A., İşmen, A., Özen, O., Çakır, F., Yığın, C., & Ormancı, H.B. (2006). Çanakkale İli'ndeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/3), 387-392.
- Erkan, N. (2013). Türkiye'de tüketilen su ürünlerinin omega-3 yağ asidi profilinin değerlendirilmesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 7(2), 194-208.
- FAO (2012). The State of World Fisheries and Aquaculture, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Gorga, C. (1998). *Quality assurance of seafood*. An avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gözener, B., Sayılı, M., & Antar, S. (2016). Ordu İli Fatsa İlçesi'nde hanelerin balık tüketim alışkanlıklarının tespiti. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12, 31-43.
- Hisar, ŞA. (2002). *Modifiye atmosferde ambalajlamanın gökkuşuğu alabalığı (Oncorhynchus mykiss) filetolarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Karabulut, H.A., & Yandı. İ. (2006). Su ürünlerindeki n-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3), 339-342
- Maskan, M. (2005). Omega oils; sources, benefits and their use in enrichment of food materials. Gıda Kongresi 2005. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. 41-44.
- Odabaşı, Y. (2016). *Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Diyarbakır İli örneği*. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Pigott, G.M., & Tucker, B.W. (1990). *Seafood effects of technology on nutrition*. Marcel Dekker, New York.
- Telli, Ö. (2018). *Denizli İli su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir anket çalışması*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- TUİK (2014). Su Ürünleri İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası.

Turan, H., Kaya, Y., & Sönmez, G. (2006). Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3), 505- 508.

Length-Weight Relationships of 11 Lessepsian Migrant Fish Species Caught from Antalya Bay (Turkey)

Dilek TÜRKER^{1*}, Kadriye ZENGİN¹, Habib BAL²

¹ Department of Biology, Faculty of Science and Art, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

² Livestock Research Institute, Department of Fisheries, Bandırma-Balıkesir, Turkey

*Corresponding author: e-mail: dturker@balikesir.edu.tr

Research Article

Received 06 January 2020; Accepted 16 March 2020; Release date 01 June 2020.

How to Cite: Türker, D., Zengin, K., & Bal, H. (2020). Length-weight relationships of 11 lessepsian migrant fish species caught from Antalya Bay (Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 301-304. <https://doi.org/10.22392/actaqua.670648>

Abstract

Length-weight relationships (LWRs) parameters were calculated for 11 lessepsian migrant fish species, *Pempheris vanicolensis* Cuvier, 1831, *Siganus luridus* (Rüppell, 1829), *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775, *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848), *Sargocentron rubrum* (Forsskål, 1775), *Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855), *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940, *Etrumeus sadina* (Mitchill, 1814), *Dussumieria elopsoides* Bleeker, 1849, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) and *Lagocephalus spadiceus* (Richardson, 1845). A total of 288 specimens were collected between 2009-2010 fishing seasons by middle trammel nets. Values of the allometric coefficient (b) ranged from 2.649 for *L. sceleratus* 3.392 for *D. elopsoides*.

Key Words: Length-weight relationships, lessepsian, Antalya Bay

Antalya Körfezi'nden 11 Lesepsiyen Göçmeni Balık Türüne Ait Boy-Ağırlık İlişkisi

Özet

Lesepsiyen göçmeni 11 balık türü, *Pempheris vanicolensis* Cuvier, 1831, *Siganus luridus* (Rüppell, 1829), *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775, *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848), *Sargocentron rubrum* (Forsskål, 1775), *Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855), *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940, *Etrumeus sadina* (Mitchill, 1814), *Dussumieria elopsoides* Bleeker, 1849, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) and *Lagocephalus spadiceus* (Richardson, 1845) için boy-ağırlık ilişkisi hesaplanmıştır. Bu çalışmada orta su trolü kullanılarak, 2009-2010 yıllarında balık avının serbest olduğu dönemlerde toplamda 288 birey elde edilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisine ait b değeri *L. sceleratus* için 2,649 ve *D. elopsoides* için 3,392 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, lesepsiye, Antalya Körfezi

INTRODUCTION

In 1869, after the opening of the Suez Canal, a migration began from the Red Sea to the eastern Mediterranean Sea, and some Lessepsian fish species able to adapt quickly to the new environment (Erguden et al., 2009). According to Bilecenoglu et al. (2002), the number of Lessepsian fish species was 33 from the coasts of Turkey. However, recently, the number of Lessepsian fish species rapidly increased in the Mediterranean. For example, the Indo-Pacific origin of the non-indigenous fish species is represented with 73 species (Turan et al., 2018).

Length-weight relationships (LWRs) are important because they: (a) allow the conversion of growth in length equations to growth-in-weight, for use in stock assessment model; (b) allow the estimation of biomass from length observations; (c) allows an estimate of the condition of fish; and (d) are useful for between-region comparisons of life histories of a certain species (Wootton, 1990; Pauly, 1993; Petrakis and Stergiou, 1995; Gonçaves et al., 1997; Moutopoulos and Stergiou, 2002). Length-weight relationships of 11 Lessepsian fish species were researched from Antalya Bay (Turkey).

MATERIALS and METHODS

Samples were collected between 2009 and 2010 during fishing seasons by middle trammel nets. Fish species were identified according to Whitehead, Bauchot et al (1986), *fishbase* (Froese and Pauly 2019), and Golani et al. (2006). Individuals were measured to 0.1 cm total length (TL) and weighted (W) with a digital balance to 0.01 g. The length-weight relationship (LWR) was calculated by the equation $W = a L^b$ where W is the bodyweight of fish, L is the total length of fish. The parameters *a* and *b* were calculated by linear regression on the transformed equation: $\log W = \log a + b \log L$ (Ricker, 1973), as was the coefficient of determination (r^2).

RESULTS and DISCUSSION

Totals of 288 fish specimens were caught in Antalya Bay. The sample size ranged from 7 individuals for *S. diaspros* to 68 for *E. sadina*. The sample size, minimum and maximum length for each species are presented in Table 1, as well as the WLRs, the coefficient of determination (r^2) and the standard error and confidence interval (CI) of *b*. The values of the allometric coefficient (*b*) ranged from 2.649 for *L. sceleratus* to 3.392 for *D. elopsoides* (Table 1). The mean value of *b* (\pm standard deviation) was 3.0125 (\pm 0.2089). The median value of *b* was 3.021 and 50% of the values ranged between 2.846 and 3.165. Overall, the values of the parameter *b* vary between 2 and 4 (Tesch 1971). Concerning the type of growth, 7 species (63.7% of the total species number) positive allometry ($b > 3$), and 4 species (36.3% of the total species number) negative allometry ($b < 3$). There were no differences observed between previously reported *b*-values and those estimated in the present study for six species (*D. elopsoides*, *L. spadiceus*, *P. vanicolensis*, *S. rubrum*, *S. undosquamis*, *U. moluccensis*) (Table 1). However, there were differences observed between previously reported *b*-values and those estimated in the present study for three species (*E. sadina*, *S. luridus*, *S. diaspros*). Additionally, *b*-value of one species (*S. rivulatus*) was similar to Taskavak and Bilecenoglu, (2001) but it was different with Erguden et al. (2009). The coefficient of determination (r^2) values ranged from 0.886 for *D. elopsoides* to 0.984 *L. spadiceus*. Shortly as a result of the study, some species (*U. moluccensis*, *S. rivulatus*, *S. luridus*, *S. rubrum*, *P. vanicolensis*, *E. sadina* and *D. elopsoides*) exhibited positive allometric growth, while others (*L. sceleratus*, *L. spadiceus*, *S. undosquamis* and *S. diaspros*). The length-weight relationship in fish is affected by several factors including gonad maturity, sex, diet, stomach fullness, health, and preservation techniques as well as season and habitat (Petrakis and Stergiou, 1995), none of which were taken into consideration in the present study. Furthermore, data recorded in this study were not representative for all months within a year. Nevertheless, WLR estimated are of high importance for fisheries research in the area.

According to Elbaraasi, (2014), most of Lessepsian fish species adapted rapidly to the new environment of the Mediterranean to establish new populations. Furthermore, the newly established populations become economically important for the local community. Yet, in most cases, they become an invasive dangerous species to the Mediterranean ichthyofauna profile. Therefore, more studies must focus on fisheries management, population growth, and feeding habits of invasive fish species. Additionally, the Physico-chemical properties of the environment should be monitored due to the changing climatic conditions.

Table 1. Estimated parameters of length-weight relationships for 11 Lessepsian fish species caught in Antalya Bay, from the eastern Mediterranean coasts of Turkey and previously studies from other areas (C: combined; N: sample size; SE: standard error; SD: standard deviations; a and b : parameters of the length-weight relationship; r^2 : coefficient of determination; 95%CI of b : 95% Confidence Intervals of b) (*: TL is mm for Taskavak and Bilecenoglu, (2001); **: Erguden et al., (2009) given SD instead of SE).

Species-Area	Sex	N	Length Characteristics			Parameters of LWR					References
			Mean	SE	Range	a	b	SE(b)	95%CI of b	r^2	
<i>Dussumieria elopsoides</i>											
Gulf of Antalya	C	30	13.20	0.172	11.5-16.5	0.0028	3.392	0.229	3.282-3.503	0.8868	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	59	1422	2.02**	9.90-16.40	0.0055	3.123	0.048	3.028-3.219	0.987	
<i>Etrumeus sadina</i>											
Gulf of Antalya	C	68	18.18	0.271	14.6-24.1	0.0081	3.021	0.132	2.756-3.286	0.8869	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	61	13.46	1.63**	10.00-16.70	0.0078	2.989	0.072	2.846-3.133	0.967	
<i>Lagocephalus sceleratus</i>											
Gulf of Antalya	C	11	28.02	2.925	19.0-50.2	0.0304	2.649	0.136	2.329-2.969	0.9768	Present study
<i>Lagocephalus spadiceus</i>											
Gulf of Antalya	C	14	25.10	1.838	18.0-39.2	0.0215	2.888	0.106	2.657-3.119	0.984	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	89	15.94	4.98**	6.90-26.90	0.0204	2.901	0.076	2.748-3.051	0.943	
Mersin and Iskenderun Bays	C	19	180.22	4.86	159-199	0.0000208	2.951	0.093		0.97	
<i>Pempheris vanicolensis</i>											
Gulf of Antalya	C	14	14.20	0.254	12.1-16.0	0.0116	3.165	0.301	2.509-3.821	0.9021	Present study Taskavak and Bilecenoglu, 2001*
Mersin and Iskenderun Bays	C	46	117.15	6.69	77-155	0.000113	3.026	0.034		0.95	
<i>Sargocentron rubrum</i>											
Gulf of Antalya	C	39	15.02	0.344	9.4-18.4	0.0158	3.071	0.081	2.906-3.236	0.9745	Present study Taskavak and Bilecenoglu, 2001*
Mersin and Iskenderun Bays	C	38	147.67	6.18	120-167	0.0000174	3.015	0.099		0.94	
<i>Saurida undosquamis</i>											
Gulf of Antalya	C	54	20.40	0.438	14.3-31.0	0.0107	2.846	0.234	2.375-3.317	0.9035	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	304	19.92	7.81**	8.20-34.00	0.0063	2.968	0.019	2.931-3.005	0.988	
<i>Siganus luridus</i>											
Gulf of Antalya	C	21	14.90	0.451	11.6-21.5	0.0166	3.008	0.137	2.721-3.295	0.9619	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	21	14.19	5.93**	14.50-16.30	0.0136	2.920	0.162	2.581-3.259	0.945	
<i>Siganus rivulatus</i>											
Gulf of Antalya	C	16	18.20	0.459	14.3-22.1	0.0098	3.097	0.255	2.550-3.644	0.9128	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	122	15.61	0.80**	14.10-18.	0.0170	2.823	0.089	2.646-3.000	0.892	
Mersin and Iskenderun Bays	C	355	169.32	11.96	107-241	0.0000047	3.203	0.042		0.98	
<i>Stephanolepis diaspros</i>											
Gulf of Antalya	C	7	11.60	0.574	9.6-13.9	0.0287	2.795	0.242	2.203-3.387	0.9639	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	56	11.62	1.77**	8.00-13.50	0.0146	3.083	0.055	2.974-3.193	0.983	
Mersin and Iskenderun Bays	C	207	89.27	2.41	71-130	0.0000068	3.186	0.103		0.92	
<i>Upeneus moluccensis</i>											
Gulf of Antalya	C	14	12.4	0.499	10.3-16.3	0.0079	3.201	0.261	2.642-3.760	0.9259	Present study Erguden et al., 2009
Iskenderun Bay	C	297	11.98	2.49**	5.00-17.70	0.0034	3.439	0.047	3.345-3.532	0.947	
Mersin and Iskenderun Bays	C	265	136.12	3.37	102-170	0.0000135	3.021	0.039		0.97	

REFERENCES

- Bilecenoglu, M., Taskavak, E., Mater, S., & Kaya, M. (2002). *Checklist of the marine fishes of Turkey (Zootaxa 113)*. Magnolia Press, Auckland, New Zealand, 194 pp.
- Elbaraasi, H. (2014). Length-weight relationships for five Lessepsian fish species from the coast of Benghazi, Libya (Southern Mediterranean). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(3), 178-180. <https://doi.org/10.11648/j.aff.20140303.16>.
- Erguden, D., Turan, C., & Gurlek, M. (2009). Weight length relationships for 20 Lessepsian fish species caught by bottom on the coast of Iskenderun Bay (NE Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 133-135. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01198.x>.
- Froese, R., & Pauly, D. (2019). FishBase. <http://www.fishbase.org>, (version 09/2019).
- Golani, D., Ozturk, B., & Basusta, N. (2006). *Fishes of the eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation (Publication No. 24), Istanbul, Turkey,
- Gonçalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canario, A.V., & Erzini, K. (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, 30(3), 253-256. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(96\)00569-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00569-3).
- 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>.
- Pauly, D. (1993). Fishbyte section editorial. *Naga ICLARM Quarterly*, 16: 26.
- Petrakis, G., & Stergiou, K. I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21(3-4), 465–469. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(94\)00294-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(94)00294-7).
- Ricker, W. E. (1973). Linear regressions in fisheries research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30(3), 409–434. <https://doi.org/10.1139/f73-072>.
- Taskavak, E., & Bilecenoglu, M. (2001). Length-weight relationships for 18 Lessepsian (Red Sea) immigrant fish species from the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 81, 895-896
- Tesch, F. W. (1971). *Age and growth*. In: W. E. Ricker (Ed.), *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, pp 99-130.
- Turan, C., Gurlek, M., Basusta, N., Uyan, A., Aydoğdu, S.A., & Karan, S. (2018). A checklist of the non-indigenous fishes in Turkish Marine Waters. *NEsciences*, 3(3), 333-358. <https://doi.org/10.28978/nesciences.468995>.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, J., & Tortonese, E. (eds.) (1986). *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris.
- Wootton, R. J., (1990). *Ecology of teleost fish*. Chapman & Hall, London.

Acta Aquatica Turcica

(e-ISSN: 2651-5474)

Copyright Release Form

Manuscript Submit Date:/...../.....

Manuscript Title :.....
.....
.....

The author(s) warrant(s) that;

- The manuscript is original and is not being forwarded for publish and assessment to publication elsewhere after sending *Acta Aquatica Turcica* (Acta Aqua.Tr.)
- The publishing, printing and distribution of the article is belong to the legal entity under name *Acta Aquatica Turcica* (Acta Aqua.Tr.).
- The written and visual materials such as the text, tables, figures and graphics etc. of the manuscript don't contain any copyright infringement, and the all legal permissions for them have been taken by the author(s).
- The all scientific, ethic and legal responsibility of the article is belong to author(s).

Notwithstanding the above, the Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights other than copyright, such as

- ✓ The patent rights,
- ✓ The using rights of the all authors will be published in book or other work without paying fees,
- ✓ The rights to reproduce the article for their own purposes provided are not sell under the seal of secrecy of distribution rights, and in accordance with the following conditions has been accepted by us.

Full Name, Address of Corresponding Author:.....
.....
.....

E-Mail :..... Signature :.....

Full Name	Address	Signature

Acta Aquatica Turcica

Phone : +90 246 2146401 Fax: +90 246 2146445

<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>

actaquatr@isparta.edu.tr

Author Guidelines

Page Size	:A4 (21 cm x 29.7 cm)
Edge Interval	:Top: 2.5, lower: 2.5, left:2.5, right:2.5 , shrinkage: 0
Font style	:Except for these, the entire article should be set to 11punto-the first line of the paragraph starting at 0,5cm-before the line spacing-0 single line before / after the line spacing.
Address writing	:University (institution)-Faculty-Department-Province (Must be written county in foreign publications)
Abstract	:The abstract should not exceed 250 words.
Key words	:It should contain at least 3 (three), maximum 5 (five) words.
Decimal notation	:In Turkish articles, "(comma)" should be ". (Dot)" in English articles.
Table	:The table should be centered on the page.In-table scripts should be set to max 10punto. Footer, 8 point, left side of table.
Figure	:The figure and the figure should be centered on the page
Examples in-text references representation	:(Bilgin et al., 2006; Küçük, 2008; Ekici and Koca, 2009; Güçlü, 2018a; Güçlü, 2018b; Anonymus, 2019), According Kubilay et al. (2006), According Boyacı and Durucan (2009) <i>etc.....</i>
Reference	:“APA” standard should be used. Journal names should be written clearly. No abbreviation should be made. https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf
How to Cite Something You Found on a Website in APA Style	https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html?_ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734

Sample Article

A Taxonomic Study on Zooplankton Fauna of Kiğı Dam Lake (Bingöl-Turkey)

Hilal BULUT

Firat University, Faculty of Fisheries, Elazığ, Turkey

*Sorumlu Yazar: hilalhaykir@gmail.com

Abstract

The present study was conducted to determine zooplankton fauna of Kiğı Dam Lake during September 2012 and August 2013 seasonally. The zooplankton samples were collected by using plankton net with the mesh size of 55µm horizontally and preserved in 4% formaldehyde. Total 22 taxa (16 Rotifera, 4 Cladocera, and 2 Copepoda) were identified in Kiğı Dam Lake.

Keywords: Kiğı Dam Lake, species distribution, zooplankton.

INTRODUCTION

The majority of zooplankton (Copepoda, Cladocera and Rotifera) transform the phytoplankton to animal protein (Cirik and Gökpınar, 1993), and they play a significant role in food chain. It was reported that some species are the indicators of water quality, and eutrophication due to their sensitivity to environmental changes and therefore zooplankton studies on lakes have acquired significant importance (Berzins and Pejler, 1987; Mikschi, 1989).

Many studies were carried on zooplankton in Turkey (Özdemir and Şen, 1994; Göksu et al., 1997, 2005; Saler and Şen, 2002; Bozkurt and Sagat, 2008; Bulut and Saler, 2013a, 2013b; 2014a, 2014b; Saler et al., 2015a, 2015b). No previous research about zooplankton of Kiğı Dam Lake has been recorded. In this study zooplankton species and their seasonal variations of Kiğı Dam Lake have been investigated.

MATERIAL and METHODS

Kiğı Dam Lake was built on Peri Stream between 1997 and 2003. The maximum water capacity is 507.55 hm³ and has surface area 8.35 km² and maximum depth of 168 m (Şimşek, 2016) (Figure.1). The species were identified according to Edmondson (1959), Flössner (1972), Ruttner-Kolisko (1974), Kiefer (1978), Koste (1978), Negrea (1983), Segers (1995), and Einsle (1996).



Figure1. Stations of Kiğı Dam Lake

RESULTS

A total of 22 taxa consisting of 16 Rotifera, 4 Cladocera and 2 Copepoda species were identified in the Dam Lake (Table 2).

The lowest numbers of taxa were recorded in winter at first stations (4 species). Some water quality parameters (pH, dissolved oxygen, and surface water temperature) were measured at study field (Table 3).

Table 3. Seasonal changes of water quality parameters in Kiğı Dam Lake

	Autumn	Winter	Spring	Summer
Water temperature (°C)	16	7.2	17.2	22.5
pH	7.0	6.8	6.9	7.3
D.O (mgL-1)	6.2	7.3	6.0	5.2

DISCUSSION

Zooplankton is known as the indicator of trophic status of aquatic habitats. They are also used to signify the water quality in freshwater systems. *K. cochlearis* and *P. dolichoptera* from Rotifera are indicators of productive habitats, while *N. acuminata* and *N. squamula* are indicators of cold waters (Kolisko, 1974). In Kiğı Dam Lake *K. cochlearis*, *P. dolichoptera* and *N. squamula* were observed.

In Murat River (Bulut and Saler, 2014a), Kalecik Dam Lake (Bulut and Saler, 2013b), Peri Stream (Saler et al., 2011), that were located in the same region with Kiğı Dam Lake, rotifers were recorded as dominant species as to number of individuals and abundance, followed by Cladocera and Copepoda species.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by BAP of Trakya University (project number 2011-130). This work was presented as an oral presentation in the II. International Congress on Fisheries and Aquatic Research held in Nevşehir, Turkey on July 12-15, 2018 and its summary were published.

REFERENCES

- Berzins, B., & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147, 107-116.
- Blacher, E.C. (1984). Zooplankton trophic state relationships in North and Central Florida Lakes. *Hydrobiologia*, 109, 251-263.
- Bulut, H. & Saler, S. (2013a). Ladik Gölü (Samsun) zooplanktonu üzerine ilk gözlemler. *Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi*, 51,74-78.
- Bulut, H., & Saler, S. (2013b). Kalecik Baraj Gölü (Elazığ- Türkiye) zooplanktonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 99-103.
- Cirik, S., & Gökpınar, Ş. (1993). *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayınları: 19, İzmir.
- Einsle, U. (1996). *Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, No.10 SPB Academic Publishing. pp 82 (in London).
- Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Bozkurt, A., & Sarıhan, E. (1997). Seyhan Nehri'nin (Adana il merkezi sınırları içindeki bölümünde) Rotifera ve Cladocera faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 439-443.

Yazım Kuralları

Sayfa boyutu	:A4 (21 cm x 29,7 cm) olarak ayarlanmalıdır
Kenar boşlukları	:Üst: 2,5 - Alt: 2,5 - Sol: 2,5 - Sağ: 2,5. Cilt payı: 0.
Yazı stili	:Tüm makalede Times New Roman, 11 punto iki yana yaslı, satır aralığı tek, olarak ayarlanmalı. Paragraf girintisi 0,5 ayarlanmalıdır.
Adres yazımı	:Üniversite (kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük illerde birden çok ilçede birimi bulunması durumunda veya merkez dışında ise “ilçe” ve yabancı yayınlarda “ülke” de yazılmalı)
Özet	:Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır.
Anahtar kelimeler	:En az 3 (üç), en çok 5 (beş) kelime içermelidir.
Ondalık gösterim	:Türkçe makalelerde “,” (virgül) İngilizce makalelerde “.” (nokta) olmalıdır.
Tablo	:Tablo özel bir tasarım uygulanmamış düz kılavuz şeklinde olmalı ve iç yazılar en çok 10 punto ve alt bilgi yazıları 8 punto olmalıdır.
Şekil	:Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmelidir.
Metin içi atıf yapma	:(Bilgin vd., 2006; Küçük, 2008; Ekici ve Koca, 2009; Güçlü, 2018a; Güçlü, 2018b; Anonim, 2019), Kubilay vd. (2006)’ne göre, Diler (2008)’e göre, Boyacı ve Durucan (2009)’a göre gibi.....
Kaynaklar	:“APA” standardında ve alfabetik sıralama ile yapılmalıdır. Dergi isimleri açık yazılmalıdır. Kısaltma yapılmamalıdır. APA standartları için; https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf
APA’ya göre internet kaynaklarının gösterimi	https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html? ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734

Ö R N E K M A K A L E

Eğirdir Gölü'nden Tathısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi

Esra ACAR¹, Seval BAHADIR KOCA^{1*}, Mehmet NAZ², Özgür KOŞKAN³, İlter İLHAN⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

²İskendurun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

⁴Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta

*Sorumlu Yazar: sevalkoca@sdu.edu.tr

Özet

Bu çalışma, Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Astacus leptodactylus* türünde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine (proteaz α -amilaz ve lipaz) mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla kerevitler 1 yılda 4 mevsim olarak Eğirdir Gölü'nden avlandı. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamadı. Bu nedenle, sonuçlar üç mevsim (sonbahar, kış, yaz) ve eşeyler üzerinden faktöriyel düzeyinde varyans analizi ile değerlendirildi. Bulgular, eşey ve mevsim faktörlerinin kerevitlerin midesindeki proteaz ve lipaz aktivitesini önemli düzeyde etkilediğini ($p<0,05$), α -amilaz aktivitesinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığını gösterdi ($p>0,05$). Bulgular ayrıca, kerevitlerin, proteaz enzim aktivitesinin sonbahar ve kışın, lipaz enzim aktivitesinin ise kışın eşeyler arası önemli değişim gösterdiğini ortaya çıkardı ($p<0,05$).

Anahtar kelimeler: *Astacus leptodactylus*, sindirim enzim aktivitesi, lipaz, α -amilaz, proteaz.

Variation of Digestive Enzyme Activities Depending on Season, Size and Sex of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) from Lake Eğirdir

Abstract

This study was conducted to search the effect of sex and season on digestive enzyme activities (protease, α -amylase, lipase) in *Astacus leptodactylus* species that lives in Eğirdir Lake. The freshwater crayfish were caught as four seasons in a year from Eğirdir Lake. The sampling was not possible for crayfish since they were not entered into trap in spring season. Therefore, the results were evaluated over three seasons and sex by factorial variance analysis. The results showed that sex and season affected to protease and lipase activities ($p<0.05$), whereas they did not affect statistically α -amylase activity in crayfish stomach ($p>0.05$). Results also indicated that protease enzyme activity in crayfish showed significant changes in autumn and winter while lipase enzyme activity showed changes in winter between sexes ($p<0.05$).

Keywords: *Astacus leptodactylus*, digestive enzyme activity, α -amylase, lipase, protease.

GİRİŞ

Astacus leptodactylus, dünyada Türk istakozu (kerevit) olarak da bilinen (Köksal, 1988) ve ülkemiz içsularında doğal olarak bulunan bir decapoda (on ayaklı) türüdür. *Astacus* ekonomik değeri yüksek kabuklu türlerinden biridir (Bolat, 2001). Kerevit 1986 yılı öncesi özellikle Eğirdir Gölü balıkçıların başlıca gelir kaynağı iken bu türün daha sonra gerek aşırı avcılık ve gerekse hastalık nedeniyle popülasyonu azalmıştır (Köksal, 1988; Ackefors, 2000; Bolat, 2001; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008).

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Ekim 2014 ile Haziran 2015 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nde kerevit (10-15 cm) avcılığı gerçekleştirilmiştir. Avcılıkta kerevit pinterleri kullanılmış, örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamamıştır.

Enzim aktivite analizler

Bu çalışmada; α -amilaz, proteaz ve lipaz olmak üzere üç çeşit sindirim enzim aktivitesi araştırılmıştır. Tathisu istakozundaki α -amilaz enzim aktivitesi, Metais ve Bieth (1968)'e göre yapılmıştır.

İstatistiksel analizler

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23 istatistiki paket programından yararlanılmış ve sonuçlar, faktöriyel düzeyinde varyans analizi testi ile $P < 0,05$ önem düzeyinde test edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamalarının arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

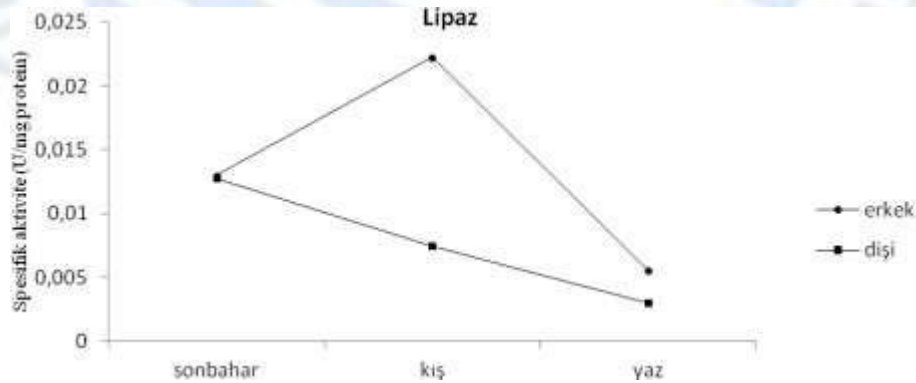
BULGULAR

Eşey ve mevsimsel farklılıkların kerevit midesindeki α -amilaz enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Tablo 1).

Tablo1. Kerevit midesindeki α -amilaz aktivitesinin eşey ve mevsime göre değişimi, (Ort. \pm S.H.) (U/mgprotein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	^a 0,013 \pm 0,0011 ^a	^b 0,007 \pm 0,0006 ^b	^b 0,003 \pm 0,0010 ^a
Erkek	^a 0,013 \pm 0,0035 ^a	^b 0,022 \pm 0,0026 ^a	^c 0,006 \pm 0,0006 ^a

Lipaz aktivitesi erkek kerevitlerde sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşturmuş, dişi bireylerde ise sonbahar mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki lipaz aktivitesi (U/mg protein)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut sindirim enzimlerinin profili ve faaliyetleri başta olmak üzere sindirim sisteminde ortaya çıkan fizyolojik süreçler, türlerin geniş besin çeşitliliğinden faydalanmasını etkilemektedir. Farklı kabuklu türleri, farklı beslenme alışkanlıklarına ve yaşam alanlarını yansıtan bir dizi sindirim enzime sahiptir (Anonim, 2017; Coccia vd., 2011).....

Ayrıca, maksimum enzim aktivitesini belirleyebilmek için; farklı pH, sıcaklık ve reaksiyon sürelerinde denemeler yapılması da önemli taşımaktadır.....

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı)

KAYNAKLAR

- Acar Kurt, E. (2016). Tatlısu İstakozu (*Astacus Leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun sindirim enzim aktivitelerinin mevsimsel değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, 1(4), 337-359.
- Adebayo-Tayo, B.C., Onilude, A.A., & Etuk, F.I. (2011). Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger Delta Creek in Nigeria. *AU J.T.* 14(4), 290-298. Technical Report 290.
- Alpbaz, A. (1993). *Kabuklu ve Eklembacaklı Yetiştiriciliği*. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A., & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823)'nun boy grubu ve eşeye göre bazı besin bileşenlerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 63-68.
- Kolkovski, S. (1995). The mechanism of action of live food on utilization of microdiets in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Ph.D.Thesis. The Hebrew University, Jerusalem,120.
- Reynolds, J., & Souty-Grosset, C. (2011). *Management of freshwater biodiversity: Crayfish as bioindicators*.

