

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries



## Deniz Bilimleri ve Balıkçılık Dergisi COMU-JMSF

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

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi

Volume:5 Issue:2

December 2022

**Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries**  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Balıkçılık Dergisi  
(e-ISSN 2651-5326)

**Yayın Sahibi (Director)**

Prof. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK, Dekan/Dean  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Başeditör (Editor-in-Chief)**

Prof. Dr. Ali İŞMEN  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Editör Yardımcısı (Associate Editor)**

Prof. Dr. Umut ÖNAL  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Alan Editörleri (Section Editors)**

Prof. Dr. Umut ÖNAL  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATEŞ  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Prof. Dr. Adnan AYZAN  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Prof. Dr. Nermin BERİK  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Teknik Editörler (Technical Editors)**

Prof. Dr. Cahide Çiğdem YİĞİN  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Fikret ÇAKIR  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Mizanpaj Editörü (Layout Editor)**

Doç. Dr. Mukadder ARSLAN İHSANOĞLU  
Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Yabancı Dil Editörü (Foreign Language Editor)**

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILDIZ  
Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**İstatistik Editörü (Statistical Editor)**

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba SÖKÜT AÇAR  
Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries is published in two issues annually.  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Balıkçılık Dergisi yılda iki sayı olarak yayımlanır.

**Yazışma Adresi (Corresponding Address)**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Terzioğlu  
Kampüsü, 17100, Çanakkale/Türkiye

**Tel:** +90 286 218 00 18 (2815-2816) **Faks:** +90 286 21805 43

**E-mail:** jmsfdergi@comu.edu.tr

**İnternet Adresi/Web Address**

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jmsf> <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr/>

## Editörler Kurulu (Editorial Board)

**Prof. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Dr. Dilian Georgiev GEORGIEV**

University of Plovdiv, Bulgaria

**Prof. Dr. İlnur AK**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Doç. Dr. Mihail KECHEV**

University of Agribusiness and Rural Development, Plovdiv, Bulgaria

**Prof. Dr. Murat YİĞİT**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Roberto BARGAGLI**

Università Degli Studi Di Siena, Italy

**Prof. Dr. Okan AKYOL**

Ege University, İzmir, Türkiye

**Prof. Dr. Muhammet TÜRKÖĞLU**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Fatma ÇOLAKOĞLU**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Erhan MUTLU**

Akdeniz University, Antalya, Türkiye

**Dr. Tereza KORNİKOVA**

Charles University in Prague, Czech Republic

**Prof. Dr. Nazlı DEMİREL**

Istanbul University, İstanbul, Türkiye

**Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ**

Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

**Prof. Dr. Zahit UYSAL**

Middle East Technical University, Ankara, Türkiye

**Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN**

Mersin University, Mersin, Türkiye

**Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Ahmet ÖZER**

Sinop University, Sinop, Türkiye

**Prof. Dr. Nilsun DEMİR**

Ankara University, Ankara, Türkiye

**Prof. Dr. Sebahattin ERGÜN**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Vladimir PEŞİÇ**

University of Montenegro, Montenegro

**Prof. Dr. Deniz ERGÜDEN**

İskenderun University, Hatay, Türkiye

**Doç. Dr. Gökür ŞİŞMAN AYDIN**

Ege University, İzmir, Türkiye

**Doç. Dr. Deniz Anıl ODABAŞI**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA**

Fırat University, Elazığ, Turkey

**Prof. Dr. Uğur ÖZEKİNCİ**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Doç. Dr. Sinan MAVRUK**

Çukurova University, Adana, Türkiye

**Prof. Dr. Tolga GÖKSAN**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Alexander MİKAELİYAN**

Institute of Oceanology RAS, Moscow State University

### CONTENTS / İÇİNDEKİLER

| RESEARCH ARTICLES  | Pages   |
|--|---------|
| <b>Estimating Biological Reference Points of the Pink Shrimp, <i>Farfantepenaeus notialis</i> (Perez-Farfante, 1967) Targeted by Shrimp Trawlers in Sierra Leone</b><br>Sierra Leone'de Karides Balıkçıları Tarafından Avlanan Pembe Karides, <i>Farfantepenaeus notialis</i> İçin Biyolojik Referans Noktalarının Tahmin Edilmesi<br><b>Komba J. Konoyima*, Percival A. T. Showers</b>  | 103-108 |
| <b>The Evaluation of Different Feeds on Brine Shrimp, <i>Artemia parthenogenetica</i> Culture</b><br>Farklı Yemlerle Tuz Karidesi, <i>Artemia parthenogenetica</i> Üretiminde Değerlendirilmesi<br><b>Abdolsaleh Qaranjiki, Mine Kırkağaç*</b>   | 109-118 |
| <b>Keystone Porgy Species (Sparidae) Overcome the Alien Randall's Threadfin Bream (<i>Nemipterus randalli</i>) for Catch Balance in Space on An Oligotrophic Levant Shelf or <i>Vice Versa</i>?</b><br>Besince Fakir Bir Levant Kıta Sahaneliğindeki Sparid Balıklarının Anahtar Türleri Alandaki Av Dengesi İçin Yabancı Kalkuyruk Mercan Balığının Üstesinden Geliyor mu Yoksa Tam Tersi mi?<br><b>Erhan Mutlu*, Ilaria de Meo, Claudia Miglietta, Mehmet Cengiz Deval</b> | 119-142 |
| <b>The Abundance of the Sea Urchin <i>Paracentrotus lividus</i> on the Coasts of Gökçeada</b><br>Deniz Kestanesi <i>Paracentrotus lividus</i> 'un Gökçeada Kıyılarındaki Bolluğu<br><b>Herdem Aslan</b>  | 143-149 |
| <b>Catch Composition and Abundance of Shrimp Species in the Bottom Trawl Fishery from Northeast Mediterranean, Türkiye</b><br>Kuzeydoğu Akdeniz Dip Trol Balıkçılığında Karides Türlerinin Av Kompozisyonu ve Verimliliği<br><b>Yusuf Kenan Bayhan*, Erdoğan Çiçek, Tarık Ünlüer, Mehmet Özdöl</b>   | 150-159 |
| <b>Measuring the Safety of Navigation and Safety Awareness at Sea of Turkish Straits System Fisherman</b><br>Türk Boğazlar Sistemi Balıkçılarının Seyir Emniyeti ve Denizde Emniyet Farkındalıklarının Ölçülmesi<br><b>Burhan Taşlı, Adnan Ayaz*</b>   | 160-168 |
| <b>Determination of Noise Pollution Exposed by Employees on Fishing Vessels in Mersin Region</b><br>Mersin Bölgesindeki Balıkçı Gemilerinde Çalışanların Maruz Kaldığı Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi<br><b>Gökhan Teyfik GÖÇER, Alkan ÖZTEKİN*</b>   | 169-178 |
| <b>REVIEW</b>  |         |
| <b>An Alternative for Fish Processing Industry: Electrolyzed Waters</b><br>Su Ürünleri İşleme Endüstrisi İçin Bir Seçenek: Elektrolize Sular<br><b>Soner Çetinkaya</b>   | 179-187 |
| <b>Application of Models to Eutrophication in Lakes</b><br>Göllerde Ötrofikasyona İlişkin Model Uygulamaları<br><b>Serap Pulatsü</b>   | 188-198 |
| <b>SHORT COMMUNICATIONS</b>  |         |
| <b>Occurrence of a Shoal of Bull Ray <i>Aetomylaeus bovinus</i> (Myliobatidae) Around a Sea-Cage Farm in İskenderun Bay (Türkiye, NE Mediterranean Sea)</b><br>İskenderun Körfezi'nde (Türkiye, Kuzey-Doğu Akdeniz) Balık Çiftliği Etrafında <i>Aetomylaeus bovinus</i> (Myliobatidae) Sürüsünün Varlığı<br><b>Okan Akyol*, Halil Şen, Christian Capapé</b>  | 199-202 |

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

### Estimating Biological Reference Points of the Pink Shrimp, *Farfantepenaeus notialis* (Perez-Farfante, 1967) Targeted by Shrimp Trawlers in Sierra Leone

Komba J. Konoyima<sup>1\*</sup>, Percival A. T. Showers<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Marine Biology and Oceanography, University of Sierra Leone, Sierra Leone  
<sup>2</sup>Institute of Marine Biology and Oceanography, University of Sierra Leone, Sierra Leone

<https://orcid.org/0000-0003-0770-8282>  
<https://orcid.org/0000-1033-4314-6731>

Received: 22.04.2022 / Accepted: 31.08.2022 / Published online: 29.12.2022

#### Key words:

Bayesian  
Exploitation  
Fishing pressure  
Reference point  
Stock  
Sustainability

**Abstract:** Time series of catch and effort data for *Farfantepenaeus notialis* were analysed in 'R' using a data limited state-space Bayesian Catch-maximum Sustainable Yield (CMSY) method for stock assessment from catch (tonnes) and abundance data (t/day). The study categorically compared the status of *F. notialis* in two periods (1981-1996) and (2008-2018) denoted as periods I and II, respectively. Results for management based on Bayesian Schaefer model (BSM) analysis for Period I gave (Prior relative biomass (B/k) = 0.06; MSY = 2.25t, 95% CL = 1.98 - 2.56; Fmsy = 0.379 yr<sup>-1</sup>, 95% CL = 0.29 - 0.495; Bmsy = 5.94t, 95% CL = 4.69 - 7.51; Biomass = 4.78t; B/Bmsy = 0.806; Fishing mortality = 0.583yr<sup>-1</sup> and Exploitation rate, F/Fmsy = 1.54) while that of Period II showed (Prior relative biomass (B/k) = 0.35; MSY = 0.662t, 95% CL = 0.567 - 0.773; Fmsy = 0.421yr<sup>-1</sup>, 95% CL = 0.314 - 0.563; Bmsy = 1.58t, 95% CL = 1.22 - 2.04; Biomass = 1.09t; B/Bmsy = 0.69; Fishing mortality = 0.532yr<sup>-1</sup> and Exploitation rate, F/Fmsy = 1.27). By implications, all estimated biological reference points portrayed an overfished status of *F. notialis* in 1989-1996 and in 2008-2018. Stock recovery measures are strongly advised for the stock in Sierra Leone.

#### Anahtar kelimeler:

Bayesian  
Yararlanma oranı  
Avcılık baskısı  
Referans noktası  
Stok  
Sürdürülebilirlik

#### Sierra Leone'de Karides Balıkçıları Tarafından Avlanan Pembe Karides, *Farfantepenaeus notialis* İçin Biyolojik Referans Noktalarının Tahmin Edilmesi

**Öz:** Av (ton) ve bolluk verilerinden (t/gün) stok tahmini için veri sınırlı durum-alan Bayesian Av-maksimum Sürdürülebilir Ürün (CMSY) yöntemi kullanılarak, *Farfantepenaeus notialis*'in av ve çaba verilerinin zaman serileri 'R'de analiz edildi. Çalışma, *F. notialis*'in durumunu sırasıyla I. dönem (1981-1996) ve II. dönem (2008-2018) olarak belirtilen iki kategoride karşılaştırmıştır. I. dönemde Bayesian Schaefer modeli (BSM) analizine dayalı yönetim için sonuçlar (önceki nisbi biyokütle (B/k) = 0,06; MSY = 2,25t, %95 CL = 1,98 - 2,56; Fmsy = 0,379 yıl<sup>-1</sup>, %95 CL = 0,29 - 0,495; Bmsy = 5,94t, %95 CL = 4,69 - 7,51; Biyokütle = 4,78t; B/Bmsy = 0,806; Balıkçılık ölüm oranı = 0,583yıl<sup>-1</sup> ve Yararlanma oranı, F/Fmsy = 1,54) verirken, II. dönem için sonuçlar (önceki nisbi biyokütle (B/k) = 0,35; MSY = 0,662t, %95 CL = 0,567 - 0,773; Fmsy = 0,421yıl<sup>-1</sup>, %95 CL = 0,314 - 0,563; Bmsy = 1,58t, %95 CL = 1,22 - 2,04; Biyokütle = 1,09t; B/Bmsy = 0,69; Balıkçılık ölüm oranı = 0,532yr<sup>-1</sup> ve Yararlanma oranı, F/Fmsy = 1,27) göstermiştir. Sonuç olarak, tüm tahmini biyolojik referans noktaları, 1989-1996 ve 2008-2018 yıllarında *F. notialis*'in aşırı avcılık durumunu göstermiştir. Sierra Leone'deki stoklar için stok iyileştirme önlemleri şiddetli olarak tavsiye edilmektedir.

## Introduction

Marine capture fisheries are of far-reaching relevance to local and national economic development through their enormous protein source and economic viability (Meissa et al., 2021). However, despite their critical contributions to human well-being, there is an increasing threat to their very existence particularized in developing nations owing to an upsurge in their human populations and efficient

fisheries management conundrums (Amorim et al., 2019; Alam et al., 2021).

*Farfantepenaeus notialis* (Perez-Farfante, 1967) inhabits tropical and subtropical shallow waters of the continental shelf (May-Kú et al., 2006), and constitutes a critically important bio-economic resource in the shrimp fisheries (King, 2007; Gillett, 2008). This species attains

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

maximum carapace length of 4.1 cm (males) and 4.8 cm (females), and occurs at depths of 3-700 m, but commonly at 10 -75 m (Konoyima, 2021).

Shrimp trawling has a long history and tradition in Sierra Leone fisheries and catch estimates from the present study showed greater annual catch in 2016 (11,152 tonnes) while catch in other years fluctuated between 1000 tonnes and 6,500 tonnes between 2008-2018. Four species of the Penaeidae including *F. notialis* are of commercial interest in Sierra Leone, with *F. notialis* accounting for more than 80 % of all coastal shrimp landings in the country (Showers, 2012).

It is proven that science-based fish stock assessment could heighten knowledge and information for effective management in lieu of sustainability of significant fish stocks (Alam et al., 2021). Other authors have argued that stock assessments are eminent in dispensing sound footing or rationale for effectiveness in subsisting sustainable management strategies for fish stocks (Froese et al., 2012; Pauly and Zeller, 2016; Alam et al., 2021; Zhang, 2021). Catch Maximum Sustainable Yield (CMSY) model is a state-space Bayesian method for stock assessment that estimates fisheries reference points (MSY, Fmsy, Bmsy) as well as status or relative stock size (B/Bmsy) and fishing pressure or exploitation (F/Fmsy) from catch-only and/or catch and abundance data (Froese, 2018; Froese et al., 2021), a prior for resilience or productivity ( $r$ ), and broad priors for the ratio of biomass to unfished biomass (B/k: Froese et al., 2021).

Application of a state-space data limited fish stock assessment approach for the Sierra Leone fisheries has yet

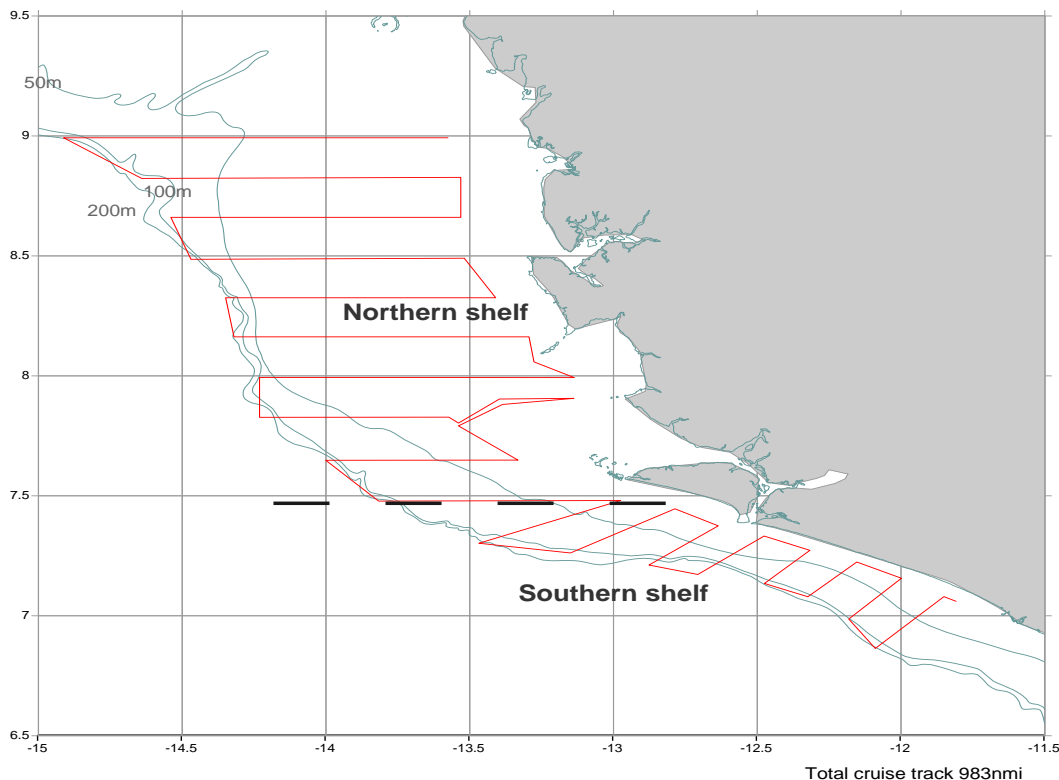
to fully dazzle scientific interest, and *F. notialis*, being a major target shrimp stock by foreign commercial fleets, deserves the need for a closer look into its fishery status using modern-day reference point indicators applied for data-limited fisheries.

The objective of the present study was to categorically compare the status of *F. notialis* during two periods (1981-1996) and (2008-2018) denoted as periods I and II respectively, in relation to estimated biological reference points of *F. notialis* exploited in Sierra Leone using a Bayesian Catch Maximum Sustainable Yield (CMSY) data limited approach and the management implications of its fisheries in Sierra Leone. The information provided could foster informed management decisions and incentives for rational exploitation of the assessed stock in Sierra Leone. The study will also be invaluable to future researchers.

## Material and Methods

### Study area

Sierra Leone lies between latitudes 7° and 10° N and longitudes 10° and 14° W on the west coast of Africa, covering an area of 71740 km<sup>2</sup>. The country is bounded on the north and east by Guinea, on the southeast by Liberia and on the southwest and west by the Atlantic Ocean. The climate is comprised of two seasons: the dry season (November-April) and the monsoonal rainy season, which lasts from May-October (Coutin and Payne, 1989). Figure 1 illustrates the Exclusion Zone of Sierra Leone within which the 2018 data were collected onboard a shrimper.



**Figure 1.** The EEZ of Sierra Leone showing the 10-200 m isobaths

**Data collection and analysis**

**Source of data: indirect enumeration**

Two periods (Period I: 1981-1996 and Period II: 2008-2018) of time-series catch and effort data sets (tonnes/day) recorded by fishery observers placed on-board commercial industrial fishing fleets were accessed from the Industrial Fisheries Database (IFDAS) of the Fisheries Ministry in Sierra Leone as indirect enumeration method of data acquisition for the estimation of biological reference points of *F. notialis*.

**CMSY estimators: bayesian schaefer model (BSM)**

The study applied a state-space data limited Bayesian Schaefer Model (BSM) approach in CMSY analysis using uninterrupted time-series catch (tonnes) and abundance (catch rate, t/day) data as key input parameters implemented in the computerized R Packages described in Froese et al.(2021). This method gives the desired fisheries reference points such as MSY (Maximum Sustainable Yield Point), Bmsy (stock size that can produce maximum sustainable yield when it is fished at a level equal to Fmsy) and Fmsy (fishing mortality rate at the level that would produce maximum sustainable yield from a stock that has a size of Bmsy); gives the ecological reference points such as prior for resilience or productivity (r), and broad priors for the ratio of biomass to unfished biomass (B/k); gives stock size in terms of biomass (B) and status as B/Bmsy and gives exploitation as F and F/Fmsy (Froese, 2018; Froese et al., 2021).

Given a time series of catch and CPUE as abundance, the parameters r and k are estimated from:

$$B_{t+1} = B_t + r B_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t \quad (\text{Froese, 2018; Froese, et al., 2021})$$

where  $C_t$  is catch in year  $t$ ,  $B$  = CPUE /  $q$ ,  $q$  is the catchability coefficient,  $k$  is the carrying capacity of the stock,  $B_t$  is biomass in year  $t$ ,  $r$  = distribution prior (resilience) for intrinsic growth rate estimation (Froese, 2018).

The size of prior  $k$  is inversely proportional to that of ‘ $r$ ’, and the prior range of ‘ $k$ ’ expressed as a function of  $r$  bequeaths:

$$k_{\text{high}} = 4\max(C) / r_{\text{low}}$$

$$k_{\text{low}} = 2\max(C) / r_{\text{high}}$$

Where  $k_{\text{low}}$  and  $k_{\text{high}}$  are the low and high catch limits of the initial biomass,  $C$  is the maximum catch;  $r_{\text{low}}$  and  $r_{\text{high}}$  are the low and high limits of the resilience factor ‘ $r$ ’.

Also, If  $B > 1/2 B_{\text{msy}}$ , then the biomass corresponding to MSY is expressed as:

$F_{\text{MSY}} = 0.5 r$  and the biomass below which recruitment may be compromised is half of  $B_{\text{msy}}$  thus,  $B < 1/2 B_{\text{msy}}$  for which  $r$  and  $F_{\text{msy}}$  are linearly reduced (Ricker, 1975; Schaefer, 1954). Details of the routines in estimating fisheries reference points using CMSY methods are discussed in Froese, (2018) and Froese et al., (2021).

**Results and Discussion**

Results of the BSM analysis as management parameters from two periods (I and II) are presented in Table 1. Estimates of fisheries reference points (MSY, Fmsy, Bmsy), relative stock size (B/Bmsy), exploitation status (F/Fmsy), resilience (r) and k priors were considerably higher for Period I compared to Period II.

**Table 1.** Estimated BSM management parameters for *F. notialis* in Sierra Leone

| Biological Reference Point Indicators    | Period I (1981-1996)        | Period II (2008-2018)        |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| MSY (tonnes)                             | 2.25 (95% CL = 1.98-2.56)   | 0.662 (95% CL = 0.567-0.773) |
| Fmsy (yr <sup>-1</sup> )                 | 0.379 (95% CL = 0.29-0.495) | 0.421 (95% CL = 0.314-0.563) |
| Biomass (B, tonnes)                      | 4.78                        | 1.09                         |
| Bmsy (tonnes)                            | 5.94 (95% CL = 4.69-7.51)   | 1.58 (95% CL = 1.22-2.04)    |
| B/Bmsy                                   | 0.806                       | 0.691                        |
| Fishing mortality (F, yr <sup>-1</sup> ) | 0.583                       | 0.532                        |
| Exploitation F/Fmsy                      | 1.54                        | 1.27                         |
| r (yr <sup>-1</sup> )                    | 0.758 (95% CL = 0.58-0.989) | 0.841 (95% CL = 0.628-1.13)  |
| K (tonnes)                               | 11.9 (95% CL = 9.39-15)     | 3.15 (95% CL = 2.43-4.08)    |
| B/k                                      | 0.40                        | 0.35                         |

Sadly, very scanty literature exist for *F. notialis*, a limitation for robust comparisons of the current findings. However, maintaining optimal stock status would mean that the fishing mortality threshold (Fmsy) should be less than the fishing mortality that would produce Bmsy; that the fishing mortality rate (F) should be less than fishing mortality rate at the level that would produce maximum

sustainable yield from a stock that has a size of Bmsy ( $F < F_{\text{msy}}$ ) and that the stock size expressed in terms of biomass (B) should be greater than stock size that can produce maximum sustainable yield when it is fished at a level equal to Fmsy ( $B > B_{\text{msy}}$ ), and concurred by several, and the reverse of such indicator referenced points implies a stock that is in an overfished state as concurred by

several, and the reverse of such indicator referenced points implies a stock that is in an overfished state as concurred by several researchers (Shan et al., 2016; Froese, 2018; Winker et al., 2018; Meissa et al., 2021; Froese et al., 2021). Results from the present study depicted that fishing mortality (F) in the period I was only 8.75% overhead that in period II, and 'F' in both periods vastly climaxed Fmsy. A considerable soaring occurred in all exploitation and biomass levels in period I and II, though at disparate numerals. Therewithal, the exploitation point (F/Fmsy) in both period I and II exceeded their exploitable limit (B/BMSY), indicating dreadful overfished status of the stock during such periods, and a more terrible scenario was observed in Period I. Also, estimated prior relative biomass (B/k) of *F. notialis* showed values in both assessment periods in the range 0.01- 0.4 (Strong), which according to Froese et al. (2021), depicts a stock that is way off safe biological limits, a stock that is in a state of reduced recruitments consequently leading to grave economic losses in its fishery (high cost of fishing and reduced economic rents). Gulland (1971) had proposed a value of 0.5yr<sup>-1</sup> for an optimally exploited fish stock. Exploitation rates of both assessment period vastly exceeded the Gulland (1971) limit, buttressing the initial postulate of an overexploited stock of *F. notialis* in Periods I and II. Study by Nwosu (2009) also portrayed overfished status (Exploitation, E > 0.5) of *F. notialis* in the Cross River Estuary, Nigeria.

Graphical outputs of CMSY analysis in Figure 2 and Figure 3 depict the status of the assessed stock for the various time frames. As described in Froese et al., (2021), the catch curves (upper left) show catches relative to MSY

(indicated by dotted lines), and the yield (tonnes) of *F. notialis* exceeded MSY in 1985, 1990 and 1995-6 (Period I) and 2008 and 2016 in Period II with the light grey colour band indicating the confidence level (95% confidence limits-Table 1) of MSY estimation (Figure 2). The top right curve of Period I shows estimated time series of total biomass relative to Bmsy (dashed lines), and B/Bmsy was highest in 1981 through early 1990s before transcending in later years (1990s) to the boundary of diminished recruitment (indicated by dotted line), with the light grey colour band specifying uncertainty (Figure 2). Period II shows a consistently lower estimated time series of total biomass relative to Bmsy throughout the assessment years (2008-2018), and the biomass state was much closer to the boundary indicating a transfiguration juncture that may transcend into collapse hereinafter if current fishing mortality does not regress to its pristine FMSY or BMSY status (Figure 3). The graph in the lower left of both periods portray relative exploitation (F/Fmsy), while that in the lower-right panel indicates the trajectory of relative stock size (B/Bmsy) as a function of fishing pressure (F/Fmsy), both of which corroborate earlier postulates of an impoverished status of the assessed stock, and the "banana" shape around the assessment of the final year (Period I-1996; Period II-2018) triangle indicates uncertainty with yellow for 50%, grey for 80% and dark grey for 95% confidence levels (Froese et al., 2021). Showers (1999) had estimated optimum yield (MSY) for shrimps in industrial fishery in Sierra Leone at 2,686.8 t, and catch for 1996 was 2,788 t, indicating an escalation in exploitation which, if prolonged, could bring reduced productivity, he inferred.

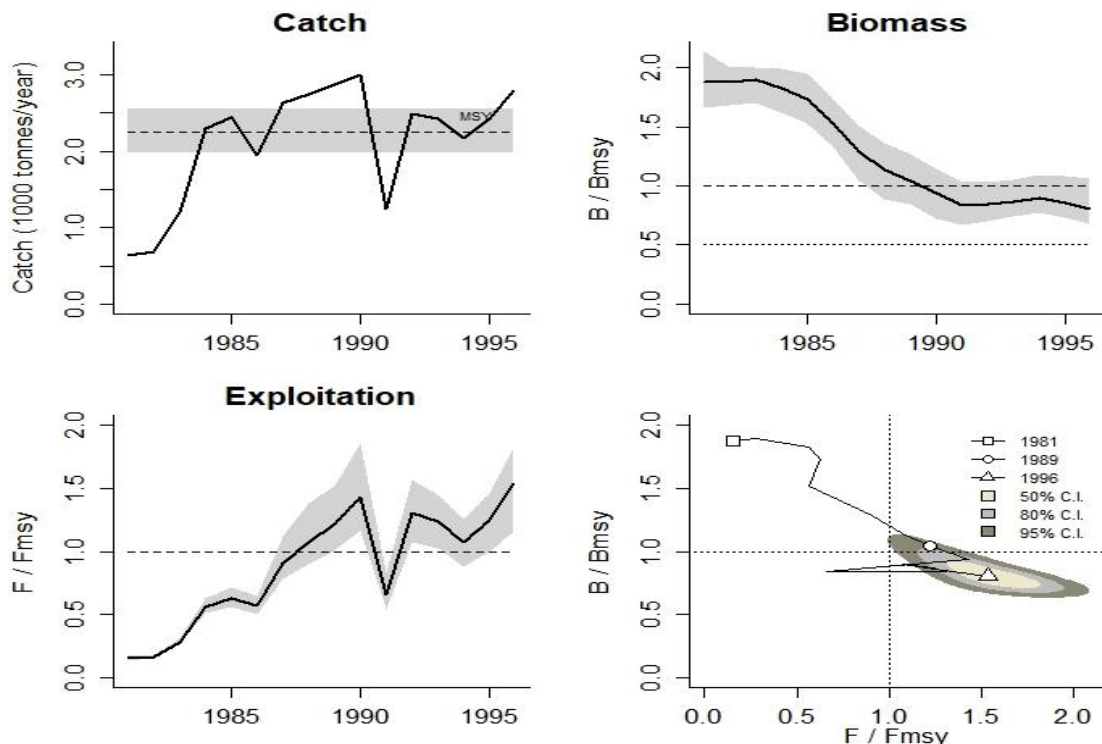
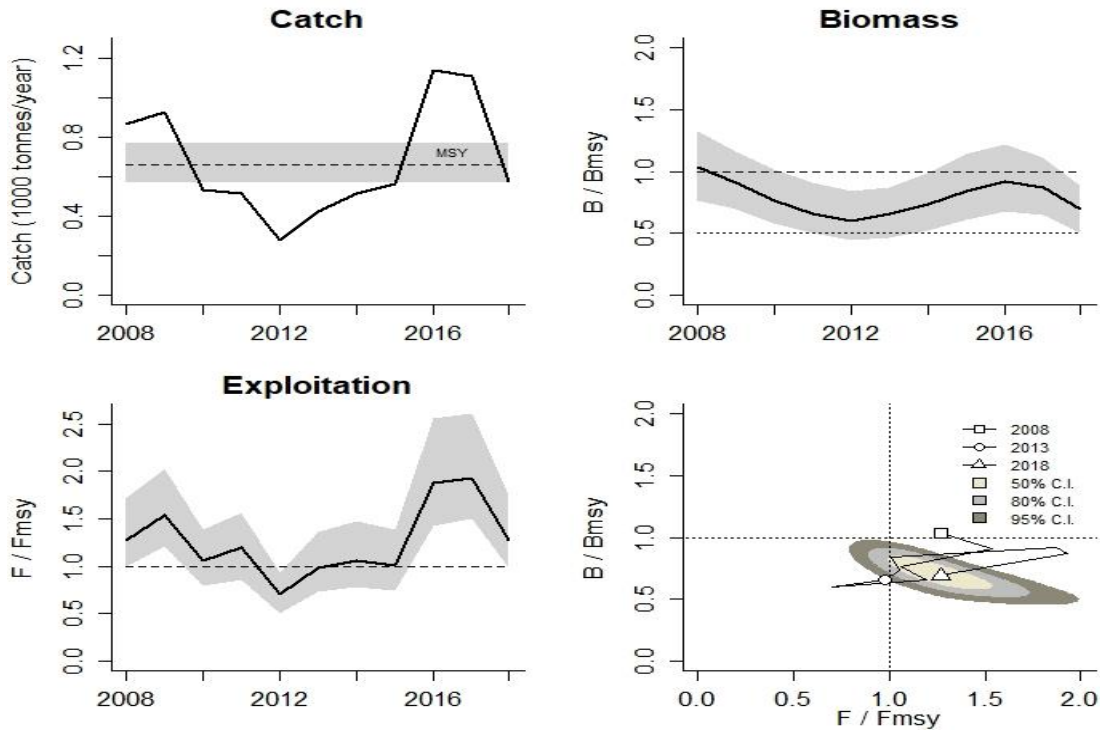


Figure 2. Graphical output of CMSY analysis for *F. notialis*, 1981-1996

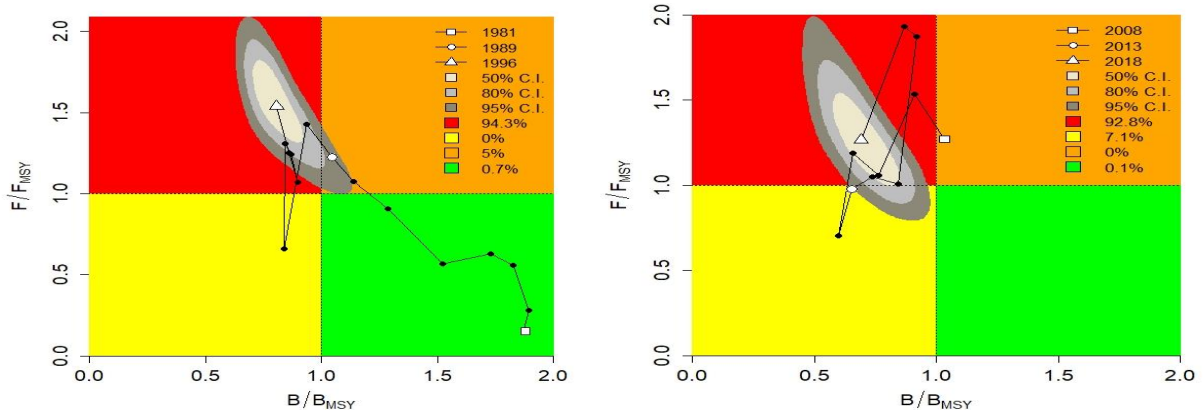




**Figure 3.** Graphical outputs of CMSY analysis for *F. notialis*, 2008-2018

In the Kobe plots from CMSY analysis (Figure 4), the fishery’s safe zone that should bring out surplus production owing to booming spawning stock biomass (as for stock status in 1981) is represented by the green region, while the orange zone suggested a population that was near fishing pressure as described in other studies (Alam et al., 2021; Froese et al., 2021). By implication aside from

the booming stock status and surplus production enshrined in spawning stock biomass in 1981, the plots portrayed divesting status of the pink shrimp stock between 1989 and 2018, affirming the dire need for recalibrating management measures for sustainability in the pink shrimp fishery in Sierra Leone.



**Figure 4.** Kobe plots of  $F/F_{msy}$  and the relative biomass- $B/B_{Mmsy}$  connoting heavily fished stock of *F. notialis* in 1981-1996 (left) and in 2008-2018 (right)

**Conclusions**

Estimated sustainable yield point (MSY) and relative biomass were both considerably higher in Periods I and II (precisely, 1989-2018). The MSY estimate for the period I was almost four times higher than that for Period II.

Generally, all estimated reference point indicators from the CMSY analysis were justifiable of extreme fishing pressure on the stock of *F. notialis* beyond sustainably limits in 1989-2018. Stock recovery through strengthening and enforcing input control resource sustainability

management measures such as reducing fishing intensity by limiting the number of registered shrimpers in Sierra Leone is substantial, and the pursuit of accurate and efficient data collection routine should continue through training of data collectors and the maintenance of a statistical database.

### Acknowledgements

The authors express gratitude to the Sierra Leone Ministry of Fisheries and Marine Resources for creating the enabling environment for the present study. Many thanks to all staff of the Institute of Marine Biology and Oceanography (IMBO), Fourah Bay College, University of Sierra Leone for their kind support.

### Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

### Author Contributions

All authors contributed to the results and preparation of manuscript.

### Ethics Approval

Industrial Fisheries Database (IFDAS) and invertebrate species are used in the article therefore ethics committee approval is not required for this study.

### References

- Alam, M.S., Liu, Q., Nabi, M.R.-U., & Al-Mamun, M.A. (2021). Sustainability, 13, 3604. <https://doi.org/10.3390/su13073604>.
- Amorim, P., Sousa, P., Jardim, E. & Menezes, G.M. (2019) Sustainability Status of Data-Limited Fisheries: Global Challenges for Snapper and Grouper. *Frontiers in Marine Science*, 6, 654. doi: 10.3389/fmars.2019.00654
- Coutin, P.C., & Payne, A.I. (1989). The effects of long-term exploitation of demersal fish populations off the coast of Sierra Leone, West Africa. *Journal of Fish Biology*, 35, 163–167.
- Froese, R., Zeller, D., Kleisner, K., & Pauly, D. (2012). What catch data can tell us about the status of global fisheries? *Marine Biology*, 159, 1283–1292.
- Froese, R. (2018). New Methods for Estimating the Status of Data-poor Fisheries (pp.38). Aquatic Ecosystems Research Laboratory, GEOMAR, GEOMAR, Germany.
- Froese, R., Demirel, N., Coro, G. & Winker, H. (2021). User Guide for CMSY++. (pp.17). Aquatic Ecosystems Research Laboratory, GEOMAR, Germany. Accessed online at <http://oceanrep.geomar.de/52147/>.
- Gillett, R. (2008). Global study of shrimp fisheries (pp.331). FAO Fisheries Technical Paper.
- Gulland, J. (1971). The Fish Resources of the Ocean (pp.255). FAO Fishing News Books, Surrey.
- King, M.G. (2007). Fisheries biology, assessment and management (pp.189-194). Wiley-Blackwell Publishing Ltd.
- Konoyima, K.J. (2021). Evaluating Size at Sexual Maturity and Size-Structure of *Farfantepenaeus notialis* in Sierra Leone. *Journal of Pure and Applied Sciences*, 13 (2), 7-14
- May-Kú, M.A., Ordóñez-López, U., & Defeo, O. (2006). Morphometric differentiation in small juveniles of the pink spotted shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis*) and the southern pink shrimp (*F. notialis*) in the Yucatan Peninsula. *Mexico Fish Bulletin*, 104, 306–310.
- Meissa, B., Dia, M., Baye, B.C., Bouzouma, M., Beibou, E. & Roa-Ureta, R.H. (2021) A Comparison of three data-poor stock assessment methods for the Pink Spiny Lobster Fishery in Mauritania. *Frontiers in Marine Science*, 8: 714250. doi: 10.3389/fmars.2021.714250.
- Nwosu, F. (1008). Population Dynamics of the Exploited Penaeid Shrimp, *Penaeus (Farfantepenaeus notialis)* in the Cross River Estuary, Nigeria. *Journal of Fisheries International*, 4(4), 62-67. doi: 10.3923/jfish.2009.62.67.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2016). Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Natural Communication*, 7, 10244.
- Shan, X., Jin, X., Dai, F., Chen, Y., Yang, T., & Yao, J. (2016). Population Dynamics of Fish Species in a Marine Ecosystem: A Case Study in the Bohai Sea, China. *Marine and Coastal Fisheries*, 8(1): 100-117. <https://doi.org/10.1080/19425120.2015.1114543>
- Showers, P.A.T. (2012). The shrimp stocks of Sierra Leone. In: Vakily J.M, Seto, K. and Pauly, D. (Eds.). *The Marine Fisheries Environment of Sierra Leone*. (pp. 46–49). Fisheries Centre Research Reports 20 (4). Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Showers, P.A.T. (1999). Escalation in shrimp production in the Sierra Leone industrial fishery. *NAGA*, 22 (3), 29-31.
- Winker, H., Carvalho, F., Sharma, R., Parker, D., & Kerwath, S. (2017). Initial results for north and south Atlantic shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) stock assessments using the Bayesian surplus production model JABBA and the catch-resilience method CMSY. *ICCAT*, 74, 1836–1866.
- Zhang, L. (2021). Global Fisheries Management and Community Interest. *Sustainability*, 13, 8586. <https://doi.org/10.3390/su13158586>.

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# The Evaluation of Different Feeds on Brine Shrimp, *Artemia parthenogenetica* Culture

Abdolsaleh Qaranjiki<sup>1</sup>, Mine Kırkağaç<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Aquaculture and Fisheries, Ankara/Türkiye  
<sup>2</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture and Fisheries, Ankara/Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-6889-0319>  
<https://orcid.org/0000-0003-0189-802X>

Received: 31.08.2022 / Accepted: 10.10.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

*Artemia parthenogenetica*  
Hypersaline waters  
Culture  
Feeds  
Zooplankton

**Abstract:** In this study, *Artemia parthenogenetica* was fed with either *Spirulina* (S), yeast (Y), rice bran (R), oat (O) or their combinations in 10 experimental groups in triplicate for 20 days in laboratory conditions and growth, biomass, feed conversion rate (FCR), specific growth rate (SGR), survival rate, crude protein, crude lipid contents were determined. The highest average body length obtained at the end of the experiment was  $2.805 \pm 0.003$  mm in treatments (S) and (SYR), and the highest average individual dry weight was  $23.057 \mu\text{g}$  in treatment (S). The mean biomass changed between  $167.2 \pm 0.003$  mg and  $115.7 \pm 0.012$  mg. The highest biomass value was  $20.9 \text{ g/m}^3$  in treatment (S), followed by  $20.5 \text{ g/m}^3$  in treatment (SYR). The highest FCR was found to be similar in (S) and (Y) with  $1.14 \pm 0.02$ . SGR was  $1.01 \pm 0.001$  in all experimental groups. The highest survival rate was in treatment (S), and overall it ranged between  $78.22 \pm 1.78$ - $90.64 \pm 0.06\%$ . The highest crude protein contents of *Artemia* were found in (SR) and (S) and the highest lipid content was found in treatment (O). As a result, it is thought that combinations of by-products such as rice bran and yeast together with microalgae will be economical in the cultivation of *Artemia parthenogenetica*.

### Anahtar kelimeler:

*Artemia parthenogenetica*  
Hipersalin sular  
Üretim  
Yemler  
Zooplankton

## Farklı Yemlerle Tuz Karidesi, *Artemia parthenogenetica* Üretiminin Değerlendirilmesi

**Öz:** Bu çalışmada, *Artemia parthenogenetica* laboratuvar koşullarında *Spirulina* (S), maya (M) pirinç kepeği (P), yulaf (Y) ve kombinasyonları ile 10 deneme grubunda üç tekerrürlü olarak, 20 gün süreyle beslenmişler ve büyüme, biyomas, yem değerlendirme oranı (YDO), spesifik büyüme oranı (SBO), yaşama oranı, ham protein, ham yağ içerikleri belirlenmiştir. Deneme sonunda elde edilen en yüksek ortalama uzunluk değeri  $2,805 \pm 0,003$  mm olarak (S) ve (SMP) gruplarında, en yüksek ortalama birey kuru ağırlık değeri  $23,057 \pm 0,05 \mu\text{g}$  olarak (S) deneme grubunda ölçülmüştür. Elde edilen ortalama biyomas değerleri  $167,2 \pm 0,003$  mg ile  $115,7 \pm 0,012$  mg arasında değişmiştir. En yüksek biyomas değeri (S) deneme grubunda  $20,9 \text{ g/m}^3$  olmuş, onu (SMP) deneme grubu  $20,5 \text{ g/m}^3$  olarak izlemiştir. En iyi YDO (S) ve (M) deneme gruplarında ( $1,14 \pm 0,02$ ) benzer bulunmuştur. SBO deneme gruplarında  $1,01 \pm 0,001$  olarak saptanmıştır. Yaşama oranı en yüksek (S)'de bulunmuş, bununla birlikte, deneme gruplarında  $\%90,64 \pm 0,06$  ile  $\%78,22 \pm 1,78$  arasında değişmiştir. Araştırma sonunda, *Artemia*'da, en yüksek ham protein oranları (SP) ve (S)'de, en yüksek yağ oranı ise sadece yulaf ile beslenen (Y) deneme grubunda saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, *Artemia parthenogenetica* yetiştiriciliğinde mikroalg ile birlikte pirinç kepeği ve maya gibi yan ürünlerle kombinasyonların ekonomik olacağı düşünülmektedir.

## Introduction

*Artemia* spp. inhabit hypersaline waters and help formation of larger salt crystals and improves salt quality by controlling algal blooms for halobacterium growth, increasing heat absorption, accelerate evaporation and reducing the concentration of dissolved organics in salt lakes (Sorgeloos et al.,1986). Besides, *Artemia* is also

important in aquaculture as live food for marine fish larvae and crustaceans (Bengston, 2003).

In lake ecosystems, climate and other environmental conditions can affect *Artemia* cyst production resulting in poor harvests which, in turn, may increase the price of *Artemia* cysts that potentially affect larval fish and shrimp

\*Corresponding author: [kirkagac@agri.ankara.edu.tr](mailto:kirkagac@agri.ankara.edu.tr)

farming throughout the world. In Turkey, 90% of *Artemia* cysts (50-70 tons cyst/year) used in larval fish culture is imported (Koru, 2017).

Since increasing cyst price is critical for aquaculture various *Artemia* sources have been identified and evaluated for commercial use such as Urmia Lake (Iran), Aibi Lake (China), and various salt lakes in Siberia, Kazakhstan and Argentina (Triantaphyllidis et al., 1998). In Turkey, local *Artemia* sources (*A. parthenogenetica*) are mainly from the Çamaltı Saltpan (İzmir) and Salt Lake (Aksaray). The production of *A. parthenogenetica* cysts has been carried out in Çamaltı Saltpan since 2013 and is commercially available for the last two years, particularly for the aquarium fish sector. However, local supply has met only 10-15% of the domestic demand (Koru, 2017). In aquaculture, fish larvae is fed with *Artemia* in forms of decapsulated cysts or nauplii. Since *Artemia* growout using algae is expensive, some studies have focused on the production of *Artemia* with various agricultural waste products such as rice bran and corn flour in order to reduce the production cost. Notably, the results obtained with rice bran were satisfactory (Sorgeloos et al., 1980). In this respect, there is a need for studies on alternative foods on the growth of *A. parthenogenetica*.

In this study, the growth potential of *A. parthenogenetica*, using either dry microalgae (*Spirulina*), yeast, rice bran, oats or their combinations were investigated and the growth parameters, survival rates and their biochemical compositions such as crude protein and crude oil contents were determined.

**Material and Methods**

The study was conducted in the laboratory of the Department of Fisheries and Aquaculture Engineering, University of Ankara. *A. parthenogenetica* cysts were supplied in 2019 from salt pans of Çamaltı and hatchery

process were carried out according to Lavens and Sorgeloos (1996) and Sorgeloos et al. (1986).

After hatching, *A. parthenogenetica* nauplii with yolk was placed as 2 nauplii /ml (8000 nauplii/tray) into shallow trays (38×28×8 cm) with a volume of 8 liters (Maldonado-Montiel and Rodriguez-Canche, 2005; Naegel and Gomez-Humaran, 1998; Naegel, 1998; Reeve, 1963; Vartak and Joshi, 2002). *A. parthenogenetica* nauplii were experimentally kept under the following culture conditions: 23±0.19 °C water temperature, 40 g/l salinity, pH 8.29±0.00 and 5.84±0.02 mg/l dissolved oxygen (Sorgeloos et al.,1986). Nutritional content of *A. parthenogenetica* nauplii was about 54% protein, 25% lipid, 4.2% ash and 7% moisture (Triantaphyllidis et al., 1998).

In feeding trials, commercially available dried, ground and powdered *Spirulina* (S), yeast (Y), rice bran (R), oats (O) and their combinations in different ratios were used as feed (Table 1). A total of 10 treatments were tested in triplicate during a period of 20 days. Analyzes of the biochemical properties of the feeds are given in Table 2.

**Table 1.** Experimental design of the study

| Treatment | Feed | Ratios (%)  | Stocking rate |
|-----------|------|-------------|---------------|
| 1         | S    | 100         |               |
| 2         | SYR  | 50+25+25    |               |
| 3         | SYO  | 50+25+25    |               |
| 4         | SYRO | 25+25+25+25 |               |
| 5         | SY   | 50+50       | 8000          |
| 6         | SR   | 50+50       | nauplii       |
| 7         | SO   | 50+50       |               |
| 8         | Y    | 100         |               |
| 9         | R    | 100         |               |
| 10        | O    | 100         |               |

(S) *Spirulina*, (Y) yeast, (R) rice bran, (O) oats

**Table 2.** Biochemical composition of *A. parthenogenetica* feeds (%)

| Biochemical composition | <i>Spirulina</i> | Yeast       | Rice bran   | Oat         |
|-------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Protein                 | 60.94 ±0.81      | 40.09 ±0.06 | 11.04 ±0.02 | 8.5 ±0.02   |
| Lipid                   | 4.57 ±0.04       | 4.3 ±0.09   | 12.34 ±0.21 | 4.61 ±0.04  |
| Carbohydrate            | 28.07 ±0.79      | 48.08 ±0.08 | 57.61 ±0.23 | 61.75 ±0.03 |
| Ash                     | 6.05 ±0.01       | 4.73 ±0.02  | 8.24 ±0.02  | 8.57 ±0.02  |
| Moisture                | 5.49 ±0.01       | 2.78 ±0.02  | 10.75 ±0.01 | 16.55 ±0.01 |

During the experiment, sea water in each tray was renewed on day 5<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, 18<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup>. Dead *Artemia* accumulated on the bottom of the trays were collected and counted to determine the survival rates (Agh et al, 2008; Triantaphyllidis et al., 1995).

The amount of feed given to each treatment corresponded to 10% of the *Artemia* biomass and was calculated daily (Zmora and Shpigel, 2006). Each diet was first homogenized using a blender (Sivaji, 2016) and sieved through a series of sieves with different mesh sizes

(days 1-3: 30-50 µ, days 3-7: 50-150 µ, from 7th day >150 µ) in order to match particle size with developmental stage (Zmora and Shpigel, 2006). Daily ration was divided into 3 aliquats and given at 09:00, 13:00 and 18:00 (Garcia-Ulloa Gomez, 1999). However, the turbidity of the water in experimental groups were also taken into the consideration while feeding (Lavens et al., 1987; Lavens and Sorgeloos, 1987; Zmora and Shpigel, 2006).

During the experiment, the lengths of *Artemia* from the anterior margin of the head to the base of caudal furca

were measured daily using an inverted microscope. From each tray, three sub-samples of 25 ml were taken randomly and the mean lengths of 30 *Artemia* were measured (Abreu-Grobois, 1991; Amat, 1980; Coutteau et al., 1992; Lavens et al., 1987; Naegel, 1999).

In experimental groups, biomass was calculated as dry weight from the daily length measurements using the formula below (Abreu-Grobois, 1991).

$$DW (\mu\text{g}) = 10^{(-2,53+1,63 \times \log(L)+0,81 \times (\log(L))^2)} \times 10$$

DW = dry weight  
L = length (mm)

The specific growth rate was calculated using the formula below within the experimental groups at the end of the study (Lavens and Sorgeloos, 1991).

$$SGR = \frac{\ln \frac{W_1}{W_0}}{T}$$

T = experiment time  
ln = logarithm of biomass  
W<sub>1</sub> = *Artemia* biomass at final weight,  $\mu\text{g}$  dry weight  
W<sub>0</sub> = *Artemia* biomass at initial weight,  $\mu\text{g}$  dry weight

Survival rate determined by collecting and counting dead individuals on the 5th, 8th, 12th, 15th, 18th and 20th days when the water was renewed in trays (Agh et al., 2008; Triantaphyllidis et al., 1995).

$$\text{Survival rate (\%)} = (N_1 / N_0) \times 100$$

N<sub>1</sub> = final counted individuals  
N<sub>0</sub> = initial counted individuals

Feed conversion ratio (FCR) was calculated from the ratio of amount of total feed consumed ( $\mu\text{g}$ ) to weight gained ( $\mu\text{g}$ ) during the experiment (Lavens and Sorgeloos, 1991).

$$FCR = \frac{F}{W_1 - W_0}$$

F = consumed feed ( $\mu\text{g}$ )  
W<sub>1</sub> = last weight of *Artemia*,  $\mu\text{g}$  dry weight  
W<sub>0</sub> = initial weight of *Artemia*,  $\mu\text{g}$  dry weight

The length-weight relationships of the experimental groups were determined according to regression equation (b; confidence limits 95%) (Ricker, 1975).

$$W = aL^b$$

W = weight ( $\mu\text{g}$ )  
L = length (mm)  
a and b = polynomial equality constants

At the end of the experiment, after harvesting the adult *Artemia*, total raw protein and raw lipid contents of the samples for each experimental groups were determined according to (AOAC, 1990).

Statistical analysis were carried out by using SPSS 26 Statistic Program. Variance analysis (One way-ANOVA) and Duncan multiple range test were used to determine significant differences among treatments (Kesici and Kocabaş, 2007).

### Results

Our findings indicated that differences in the mean length and weight values in treatments (S-%100), (SYR-%50+25+25), (SYO-%50+25+25), (SYOR-%25+25+25+25), (SY-%50+50), (SR-%50+50), (SO-%50+50) were statistically significant (P<0.05). No significant differences were found between treatments (Y-%100), (R-%100) and (O-%100) (P>0.05). There was a steady increase in the mean weight and length which was similar until day 16<sup>th</sup>. After day 16, the mean length and weight values treatments (S) and (SYR) were higher than those of other treatments (Figure 1-4). Total length and weight showed the same growth pattern in all experimental groups and r<sup>2</sup> was very close to 1 (Figure 5).

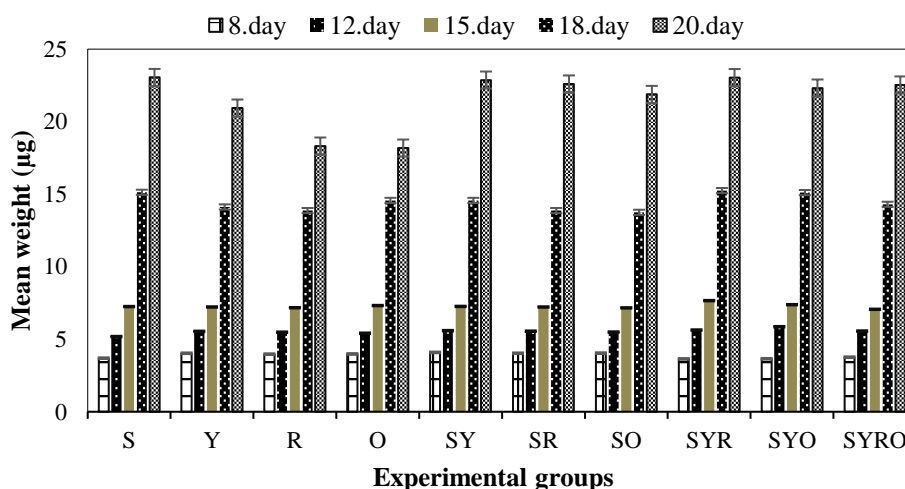


Figure 1. Mean weight values of *A. parthenogenetica* in experimental groups ( $\mu\text{g}$ )

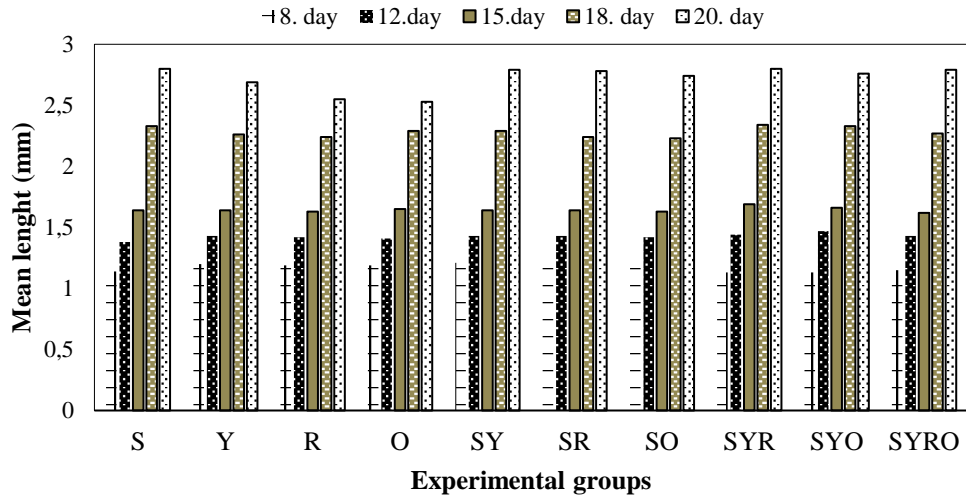


Figure 2. Mean length values of *A. parthenogenetica* in experimental groups (mm)

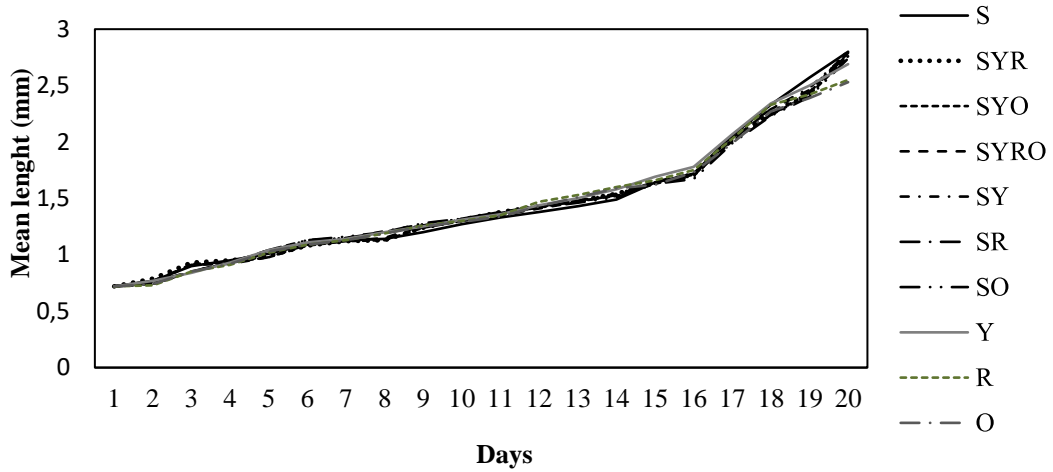


Figure 3. The mean length values in experimental groups (mm)

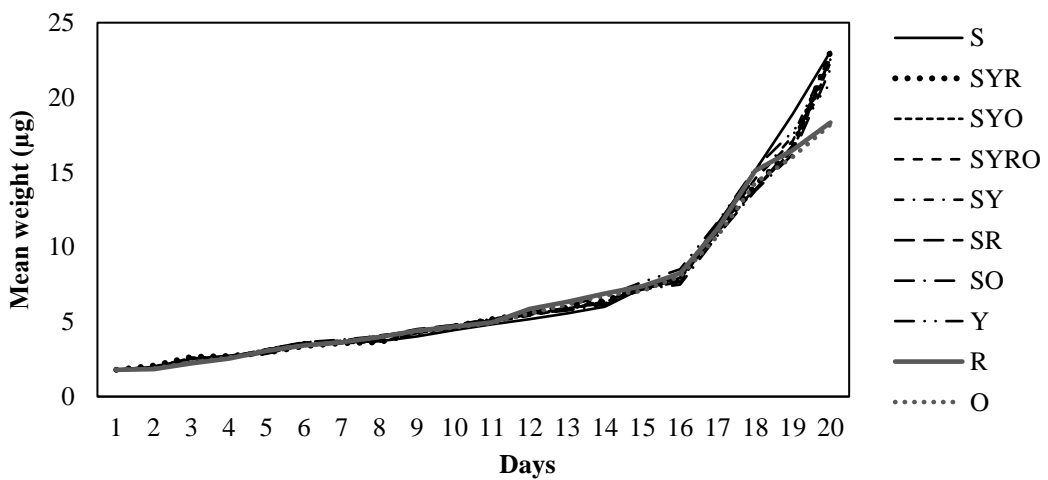
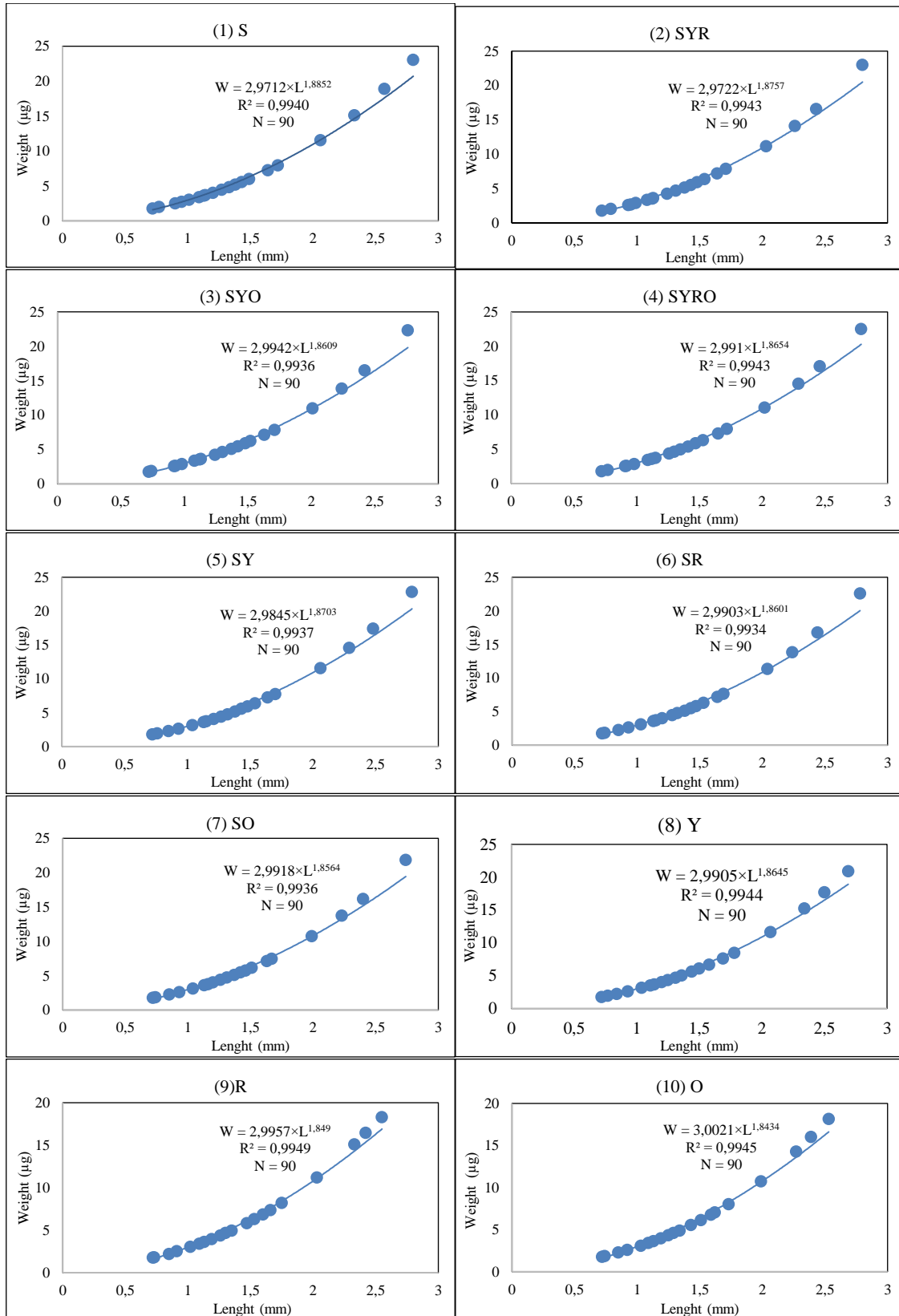


Figure 4. The mean weight values in experimental groups (µg)



S) *Spirulina*, (Y) yeast, (R) rice bran, (O) oats

**Figure 5.** Length-weight relationships of *A. parthenogenetica* in experimental groups

The differences between mean biomass values were found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). Specific growth rate values were found to be similar in all treatments and the observed differences were not statistically significant ( $P > 0.05$ ). At the end of the experiment, mean feed conversion rates were calculated and the differences between the experimental groups were found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). The

differences in the mean survival rate values between the experimental groups were found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ) (Table 3).

The differences between the mean crude protein and crude lipid values of *A. parthenogenetica* fed with different feeds and their combinations in experimental groups were found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ) (Table 4).

**Table 3.** Mean values  $\pm$  SD of biomass, feed conversion rate, specific growth rate and survival rate values in experimental groups

| Experimental groups | Biomass (g)                      | Specific growth rate | Feed conversion rate            | Survival rate (%)              |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 (S)               | 0.1672 $\pm$ 0.003 <sup>a*</sup> | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.14 $\pm$ 0.020 <sup>d</sup>   | 90.64 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>  |
| 2 (SYR)             | 0.1644 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.19 $\pm$ 0.001 <sup>cd</sup>  | 89.17 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>  |
| 3 (SYO)             | 0.1561 $\pm$ 0.003 <sup>d</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.24 $\pm$ 0.040 <sup>bcd</sup> | 87.28 $\pm$ 0.11 <sup>c</sup>  |
| 4 (SYRO)            | 0.1609 $\pm$ 0.003 <sup>c</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.50 $\pm$ 0.290 <sup>a</sup>   | 89.25 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>  |
| 5 (SY)              | 0.1523 $\pm$ 0.003 <sup>e</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.31 $\pm$ 0.040 <sup>bcd</sup> | 83.03 $\pm$ 0.26 <sup>e</sup>  |
| 6 (SR)              | 0.1511 $\pm$ 0.002 <sup>f</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.31 $\pm$ 0.010 <sup>bcd</sup> | 83.53 $\pm$ 0.24 <sup>de</sup> |
| 7 (SO)              | 0.1457 $\pm$ 0.003 <sup>g</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.39 $\pm$ 0.010 <sup>ab</sup>  | 83.21 $\pm$ 0.25 <sup>e</sup>  |
| 8 (Y)               | 0.1416 $\pm$ 0.003 <sup>h</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.14 $\pm$ 0.020 <sup>d</sup>   | 84.55 $\pm$ 0.33 <sup>d</sup>  |
| 9 (R)               | 0.1174 $\pm$ 0.002 <sup>i</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.36 $\pm$ 0.040 <sup>abc</sup> | 78.22 $\pm$ 1.78 <sup>g</sup>  |
| 10 (O)              | 0.1157 $\pm$ 0.002 <sup>j</sup>  | 1.01 $\pm$ 0.001     | 1.31 $\pm$ 0.040 <sup>bcd</sup> | 79.55 $\pm$ 0.12 <sup>f</sup>  |

\*Mean values with different small letters in the same column is statistically significant ( $p < 0.05$ ) (S): *Spirulina*, (Y): yeast, (R): rice bran, (O): oats

## Discussion and Conclusion

In this study, *A. parthenogenetica* cysts (Çamaltı Saltpan: batch of 2019) were hatched at 27 °C, 30 g/l salinity, pH 8.5 under a light density of 2000 lux. The feeding experiment was carried out at 23 $\pm$ 0.19°C water temperature, 40 g/l salinity, pH 8.29 $\pm$ 0.00. Bozok (1996), reported that *Artemia* cysts from Çamaltı hatched within 48 hours at 30 °C water temperature and 35 g/l the salinity. The hatching time in this study was shorter due possibly to lighting application. It is reported that the optimal performance of *A. parthenogenetica* in the Çamaltı Saltpan under natural conditions was at temperatures between 27 °C – 30 °C and salinities between 35 -100 g/l (Koru, 2004). Under laboratory conditions *A. parthenogenetica* couldn't tolerate water temperature of 30 °C and the best performance for salinity was about 80g/l (Saygı, 2004). Kuruppu and Ekaratne (1995) reported that the survival rate of young individuals of the parthenogenetic *Artemia* was very low between 65-140 ppt salinity and 35 °C. Browne and Wanigasekera (2000) also indicated that increasing salinity and temperature resulted in lower survival rates of *A. parthenogenetica*. In this study, the optimal temperature and salinity values for *A.*

*parthenogenetica* which were fed in laboratory conditions were about 23°C and 40 g/l, respectively. It has been observed that *Artemia* deaths occurred as a result of decreasing dissolved oxygen values when water temperature and salinity increased.

The initial mean length and weight of *A. parthenogenetica* were 0.726 $\pm$ 0.005 mm 1.815 $\pm$ 0.02  $\mu$ g, respectively. During the experimental period, a linear increase in length and weight values were observed in all experimental groups. The correlation coefficient in the experimental groups varied between 0.9934 and 0.9949. The specific growth rate supported the length-weight relationship of *A. parthenogenetica* and was determined as 1.01 $\pm$ 0.00 in all of the experimental groups. In the experiment, it was observed that there was a significant increase in the growth of *A. parthenogenetica* after day 16 in all experimental groups. Islam et al., (2019) reported that the sharp growth in *Artemia* fed with a mixture containing rice bran was recorded between days 11-13 of the experiment and did not change after the 14th day at 25 °C water temperature. In this study, lower water temperature resulted in a slower growth rate until day 16.



**Table 4.** Mean values  $\pm$  SD of crude protein and crude lipid values of *A. parthenogenetica* fed with different feeds and their combinations in experimental groups.

| Experimental groups | Crude Protein (%)                              | Crude Lipid (%)                               |
|---------------------|--|---|
| 1(S)                | 10.27 $\pm$ 0.01 <sup>b*</sup>                 | 0.29 $\pm$ 0.01 <sup>e</sup>                  |
| 2(SYR)              | 3.63 $\pm$ 0.02 <sup>f</sup>                   | 0.38 $\pm$ 0.01 <sup>cd</sup>                 |
| 3(SYO)              | 3.48 $\pm$ 0.01 <sup>h</sup>                   | 0.36 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>                  |
| 4(SYRO)             | 3.69 $\pm$ 0.01 <sup>e</sup>                   | 0.20 $\pm$ 0.02 <sup>f</sup>                  |
| 5(SY)               | 3.11 $\pm$ 0.01 <sup>j</sup>                   | 0.27 $\pm$ 0.01 <sup>e</sup>                  |
| 6(SR)               | <b>10.85 <math>\pm</math> 0.01<sup>a</sup></b> | 0.41 $\pm$ 0.01 <sup>bc</sup>                 |
| 7(SO)               | 6.12 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>                   | 0.43 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>                  |
| 8(Y)                | 3.52 $\pm$ 0.01 <sup>g</sup>                   | 0.36 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>                  |
| 9(R)                | 3.15 $\pm$ 0.01 <sup>i</sup>                   | 0.37 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>                  |
| 10(O)               | 4.02 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>                   | <b>0.62 <math>\pm</math> 0.01<sup>a</sup></b> |

\*Mean values with different small letters in the same column is statistically significant ( $p < 0.05$ ). (S): *Spirulina*, (Y): yeast, (R): rice bran, (O): oats.

The mean individual length in all treatments varied between 2.532 $\pm$ 0.002 mm and 2.805 $\pm$ 0.003 mm. The highest mean lengths were measured in treatments (S) and (SYR) with 2.805 mm and in the (SY) group with 2.796 mm, followed by (SR), (SYRO), (SYO), (SO), (Y), (R) and (O), respectively. In treatments that did not receive *Spirulina*, the mean lengths of *A. parthenogenetica* varied between 2.693 mm and 2.532 mm. The mean individual weights in the experimental groups varied between 23.057 $\pm$ 0.05  $\mu$ g and 18.181 $\pm$ 0.03  $\mu$ g. The highest mean dry weight value was measured as 23.057  $\mu$ g in treatment (S), followed by (SYR), (SY), (SR), (SYRO), (SYO), (SO), (Y), (R) and (O), respectively. In an earlier study, differences in the length and weight of *Artemia* resulted from the biochemical characteristics of the feeds such as crude protein and crude oil contents (Maldonado-Montiel and Rodriguez-Canche, 2005). The feeds given to the experimental groups were prepared as dried-powdered; the highest protein content was measured in diet containing *Spirulina* (60.94%), followed by yeast, rice bran and oats, respectively. The highest lipid content was determined in rice bran (12.34%), followed by oat, *Spirulina* and yeast, respectively. Therefore, growth in length and weight was found to be higher in treatments containing *Spirulina*, (S) and a combination of *Spirulina* and yeast, and rice bran (SYR). It has been reported that that *Spirulina*, which is rich in protein provides optimal growth in *Artemia* (Sivaji, 2016; Vartak and Joshi, 2002). However, algae cultivation is costly and requires labor.

The mean biomass values varied between 115.7  $\pm$  0.00-167.2  $\pm$  0.00 mg in the 8 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup> culture volume at the end of the experiment. The highest mean biomass value was found in treatment (S) followed by treatments (SYR),

(SYRO), (SYO), (SY), (SR), (SO), (Y), (R) and (O), respectively. The highest biomass value was achieved in treatment that received only *Spirulina* with 20.9 g/m<sup>3</sup>, followed by 20.6 g/ m<sup>3</sup> in (SYR) which received a combination of *Spirulina*, yeast and rice bran.

Mean feed conversion rates varied between 1.14 $\pm$ 0.02 and 1.50 $\pm$ 0.29. The highest feed conversion rates were found in treatments (S) and (Y), followed by (SYR), (SY), (SR) and (O), (SYO), (R), (SO) and (SYRO), respectively. Although feed conversion ratio was 1.14 $\pm$ 0.02 in treatment (O) fed with only yeast, the growth was poor. Despite a higher crude protein content of yeast which is around 40%, it has been shown that it is appropriate to use it in combination with other feeds, since it is insufficient in terms of other nutrients. This result supports the findings of Coutteau and Sorgeloos (1989) and Dhont and Van Stappen (2003). In experimental groups that received oat, rice bran and their combinations, higher feed conversion rates were determined due to the physical characteristics of those feeds. Feeds containing oat and rice bran have a tendency to easily form aggregates in water, and therefore can no longer be ingested by the *Artemia* and may clog the *Artemia* retaining filter limiting the food intake. This view is supported by the notification of (Lavens et al., 1987). As indicated by (Coutteau and Sorgeloos, 1989), various environmental factors such as food quality, quantity, life stage and growing conditions affect the feeding behavior such as food filtration rate, digestion rate and nutrient absorption of *Artemia*.

Survival rates were generally high in the experimental groups and found between 78.22 $\pm$ 1.78-90.64 $\pm$ 0.06%. The highest survival rate was determined in treatment (S) fed with only *Spirulina*, followed by (SYRO), (SYR), (SYO), (Y), (SR), (SO), (SY), (O) and (R), respectively. Vahdat and Oroujlou (2021) fed *A. franciscana* with algae and agricultural products and determined the highest survival rate as 56% in the group fed with algae followed by 48.67% in the group fed with rice bran. In the 5-day feeding study of *A. parthenogenetica*, the survival rate was found to be 76% in the group fed with *Spirulina* and 66% in the group fed with rice bran (Sivaji, 2016). These values are below the lowest value determined in this study. Basbug et al., (2002) reported that *Artemia* grew faster but survival rate was lower as the temperature increased and indicated that for the development from the nauplius stage to the adult stage, 30 days at 18 °C, 20 days at 24 °C and 15 days at 30 °C were required. However, the daily feeding amounts were determined based on the live weights of *A. parthenogenetica* and the water turbidity in the trays was also taken into consideration. This supports the high survival rates in the experimental groups.

In this study, mean crude protein changed between 10.85 $\pm$ 0.01% and 3.11 $\pm$ 0.01% and mean crude lipid changed between 0.62 $\pm$ 0.01% and 0.20 $\pm$ 0.02%. The highest mean crude protein content was found in treatments (SR) and (S), respectively. The highest mean crude lipid content was found in treatment (O) fed only oats. Maldonado-Montiel and Rodriguez-Canche (2005) found the highest crude protein content of *Artemia* sp fed

with combination of rice bran and algae. Their findings support the results of this research. The crude protein and crude lipid contents are not similar in wild and cultured *Artemia* species. Crude protein and crude lipid contents were 50.2-58.0% and 2.4-19.3% for wild *A. franciscana* and 39.4-64.0% and 4.5-12%, for cultured *A. franciscana* respectively. In *A. parthenogenetica* (Italy) the crude protein and crude lipid contents were determined as 41.9% and 3.5% from wild, 55% and 4.0% under laboratory conditions, respectively (Dhont and Van Stappen, 2003). Although there are studies on the biochemical characteristics of early stages of wild *Artemia* populations in Turkey, studies on adult *Artemia* populations is lacking. For the nauplii stage of *Artemia* populations in Çamaltı Saltpan, lower total fatty acids levels were reported and docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) enrichment were suggested (Koru and Dıraman, 2003).

In this study, it was revealed that there was a linear increase in the growth and biomass values of *A. parthenogenetica* fed with four different feeds and their combinations in the experimental groups. However the mean crude protein and lipid contents of *A. parthenogenetica* were found to be lower than expected. It was reported that carbohydrate content of the oat was high but since the starch in oat contained amylase-oil complex, it was also rich in crude lipid (Lasztity, 1998). This explains the higher crude lipid content in the experimental group fed only oats (O) compared to the other treatments. Although rice bran is rich in lipid, it has been reported that its nutritive value is a factor of the manufacture process (Rosniyana et al., 2007). The protein quality of feeds depends on their amino acid composition and its biological availability. However, the quality of the feed can not be determined by just biochemical analyses. The real quality of the feed should be evaluated from the growth, feed conversion and survival of the target species (Maldonado-Montiel and Rodriguez-Canche, 2005).

As conclusion, *Artemia parthenogenetica* was fed with four different feeds and their combinations in 10 experimental groups during a period of 20 days. The mean length and weight values in all experimental groups showed a linear increase and survival rates were high. However, the highest values were determined in the experimental group fed *Spirulina*. In the combination prepared with *Spirulina*, rice bran and yeast, the values were close to the values in the group fed only with *Spirulina*. In the feeding of *Artemia*, algae are important both in the wild and culture conditions as demonstrated repeatedly in other studies. Since algae production is expensive, it is recommended to use agricultural products as complementary foods in the cultivation of *Artemia* for low cost and labor savings. However, all the feeds and combinations had a positive effect on growth of *A. parthenogenetica*. Biochemical properties of *Artemia* populations can be manipulated through enrichment based on the needs of marine fish larvae. This property of *Artemia* promotes its widespread use as live feed in aquaculture. In this respect, findings of this study are

valuable for further studies on the growth and survival of *A. parthenogenetica* under culture conditions.

### Acknowledgements

This article was derived from the PhD thesis of the first author. The authors thanks to Ankara University for supporting the research by Coordinatorship of Scientific Research Projects with grant no. 20L0447001.

### Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

### Author Contributions

Abdolsaleh Qaranjiki: methodology, investigation, writing. Mine Kırkağaç: material support, methodology, statistical analysis, writing and preparation of the article for publishing.

### Ethics Approval

*Artemia* as an invertebrate, this research didn't required ethics committee approval.

### References

- Abreu-Grobois, F.A., Briseno-Duenas, R., Herrera, M.A., Malagon, M.L. (1991). A model for growth of *Artemia franciscana* cultures based on food ration-dependent gross growth efficiencies. *Hydrobiologia*, 212, 27-37.
- Agh, N., Van Stappen, G., Bossier, P., Sepehri, H., Lotfi, V., Razavi Rouhani, S. M., Sorgeloos, P. (2008). Effects of salinity on survival, growth, reproductive and life span characteristics of *Artemia* populations from Urmia Lake and neighboring lagoons. *Pak J Biol Sci*, 11, 164-172. Doi:10.3923/pjbs.2008.164
- Amat, F. (1980). Differentiation in *Artemia* strains from Spain. 19-39. In: G. Persoone, O. Sorgeloos, O Roels, et al (Eds), *The Brine Shrimp Artemia. Morphology, Genetics, Radiobiology, Toxicology* (pp. 19-39). Belgium: Universa Press.
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists* 16th ed., Virginia, USA: Kenneth Arlington.
- Basbug Saygı, Y., Demirkalp, F.Y. (2002). Effects of temperature on survival and growth of *Artemia* from tuz lake, Turkey. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 54, 125-133. doi. 10.46989/001c.20319
- Bengtson, D.A. (2003). Status of Marine Aquaculture in Relation to Live Prey: Past, Present and Future. In: J.G Stottrop, L.A. Mc Evoy (Eds), *Live feeds in marine aquaculture* (pp.1-16). UK: Blackwell Science Ltd.
- Browne, R.A., Wanigasekera, G. (2000). Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244, 29-44.

- Bozok, M. (1996). Taze ve uygun koşullarda korunmuş *Artemia* sp. (İzmir-Çamaltı Tuzlası) yumurtalarının açılma oranlarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Coutteau, P., Sorgeloos, P. (1989). *Feeding of the brine shrimp Artemia on yeast: effect of mechanical disturbance, animal density, water quality and light intensity*. no10, Bredene, Belgium: European Aquaculture Society Special Publication.
- Coutteau, P., Brendonck, L., Lavens, P., Sorgeloos, P. (1992). The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. *Hydrobiologia*, 234, 25-32.
- Dhont, J., Van Stappen, G. (2003). Biology, Tank Production and Nutritional Value of *Artemia*. 65-121. In: J.G. Stottrop, L.A. Mc Evoy (Eds), *Live feeds in marine aquaculture* (pp. 65-121). UK: Blackwell Science Ltd.
- Garcia-Ulloa Gomez, M., Gamboa Delgado, J., Zavala Aguirre, J.L., Ogura Fujii, T., Lavens, P. (1999). Influence of different diets on length and biomass production of brine shrimp *Artemia franciscana* (Kellog, 1906) *Bol Investig Mar Costeras*, 28, 7-18.
- Islam, M.S, Kıbrıa, M.M., Bhuyan, S. (2019). Production of *Artemia* Biomass in Indoor Culture Tank in Bangladesh. *J Sci Res*, 11, 101-110. doi:10.3329/jsr.v11i1.36467
- Kesici, T., Kocabaş, Z. (2007), *Biyoistatistik*. II. Baskı, Ankara: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını.
- Koru, E., Dıraman, H. (2003). Çamaltı Tuzlası'ndaki (İzmir, Türkiye) *Artemia parthenogenetica*'nın Yağ Asitleri Üzerine Bir Araştırma. *Su Ürünleri Dergisi*, 20, 523-527.
- Koru, E. (2004). Çamaltı Tuzlası (İzmir, Türkiye) Ekosisteminde *Artemia* ve Önemi. *Su Ürünleri Dergisi*, 21, 187-189.
- Koru, E. (2013), Çamaltı Tuzlası (Sasalı-İzmir) *Artemia* biyomasının Türkiye'de su ürünlerinde kullanımı için optimizasyon çalışmaları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Yetiştiricilik ABD, Bornova-İzmir.
- Koru, E. (2017). *İzmir balıkçılığı*. Birinci Bask. Bölüm: İzmir Çamaltı Tuzlası (Sasalı/Çiğli) ve Tuzla Karidesi: *Artemia* sp. (s. 223-228). İzmir: Kristal Reklam ve Matbaacılık
- Kuruppu, M.M. Ekaratne, S.U.K. (1995). Effects of temperature and salinity of survival growth and fecundity of the brine shrimp *Artemia parthenogenetica* from Sri Lanka. *J Natn Sci Coun Sri Lanka*, 23, 161-169. doi:10.4038/JNSFSR.V23I4.5854
- Lasztity, R. (1998). Oat grain a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Rev Int*, 14, 99-119. doi:10.1080/87559129809541150
- Lavens, P., De Meulemeester, A, Sorgeloos, P. (1987). Evaluation of mono-and mixed diets as food for intensive *Artemia* culture. In: P. Sorgeloos, W. Declair (Eds), *Artemia Research and its Applications* (pp. 309-318). Wetteren, Belgium: Universa Press.
- Lavens, P., Sorgeloos, P. (1987). Design, operation, and potential of a culture system for the continuous production of *Artemia* nauplii. In: P. Sorgeloos, W. Declair (Eds), *Artemia Research and its Applications* (pp. 339-347). Wetteren, Belgium: Universa Press.
- Lavens, P., Sorgeloos, P. (1991). Production of *Artemia* in culture tanks. In: R.A. Browne, P. Sorgeloos, C.N.A. Trotman (Eds), *Artemia Biology* (pp. 317-350). Florida: Published by CRC.
- Lavens, P., Sorgeloos, P. (1996). *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. Laboratory of Aquaculture and *Artemia* Reference Center. University of Ghent, Belgium, 361.
- Maldonado-Montiel, T.D.N.J., Rodríguez-Canche, L.G. (2005). Biomass production and nutritional value of *Artemia* sp. (Anostraca: Artemiidae) in Campeche, Mexico. *Rev Biol Trop*, 53, 447-454. doi:10.15517/rbt.v53i3-4.14613
- Naegel, L.C., Gomez-Humaran, I.M. (1998). Effect of sample volume and population density on precision of larval population estimates. *Aquacultural Engineering*, 17, 11-19.
- Naegel, L.C. (1999). Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. *Aquacultural Engineering*, 21, 49-59. doi: 10.1016/s0144-8609(99)00023-0
- Reeve, M.R. (1963). Growth efficiency in *Artemia* under laboratory conditions. *The Biological Bulletin*, 125, 133-145. doi:10.1016/0044-8486(95)01250-8
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *J Fish Res Board Can*, 191, 1-382.
- Rosniyana, A., Hashifah, M.A., Norin, S.S. (2007). The physicochemical properties and nutritional composition of rice bran produced at different milling degrees of rice. *JTAFS*, 35, 99-105.
- Saygı, Y.B. (2004). Characterization of parthenogenetic *Artemia* populations from Camaltı (Izmir, Turkey) and Kalloni (Lesbos, Greece): survival, growth, maturation, biometrics, fatty acid profiles and hatching characteristics. *Hydrobiologia*, 527, 227-239. doi:10.1023/b:hydr.0000043304.84579.d7
- Sivaji, S. (2016). Evaluation of different feeds for the culture of *Artemia parthenogenetica*. *ARJMCS*, 2, 8-14.
- Sorgeloos, P., Baeza-Mesa, M., Bossuyt, E., Bruggeman, E., Dobbeleir, J., Versichele, D., Lavina, E.,

- Bernardmo, A. (1980). Culture of *Artemia* on rice bran: the conversion of a waste- product into highly nutritive animal protein. *Aquaculture*, 21, 393-396.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P.H., Tackaert, W., Versichele, D. (1986). *Manual for the Culture and Use of Brine Shrimp Artemia in Aquaculture*. Laboratory of Mariculture, State University of Ghent, 319, Belgium.
- Triantaphyllidis, G.V., Pouloupoulou, K., Abatzopoulos, T.J., Perez, C. A. P., Sorgeloos, P. (1995). International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristics of a bisexual and a parthenogenetic population of *Artemia*. *Hydrobiologia*, 302, 215-227. Doi:10.3923/pjbs.2008.164.172
- Triantaphyllidis, G.V., Abatzopoulos, T.J., Sorgeloos, P. (1998). Review of the Biogeography of the Genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography*, 25, 213-226.
- Vahdat, S., Oroujlou, M. (2021). Use of agriculture by-products (brans and meal) as food for *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) and effects on performance and biochemical compositions. *Survey in Fisheries Sciences*, 7, 23-40.
- Vartak, V.R., Joshi, V.P. (2002). Effect of different feeds and water salinities on the cyst production of brine shrimp, *Artemia* sp. *J Indian Fish Assoc*, 29, 37-47.
- Zmora, O., Shpigel, M. (2006). Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. *Aquaculture*, 255, 488-494. doi:10.1016/j.aquaculture.2006.01.018

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# Keystone Porgy Species (Sparidae) Overcome the Alien Randall's Threadfin Bream (*Nemipterus randalli*) for Catch Balance in Space on An Oligotrophic Levant Shelf or *Vice Versa*?

Erhan Mutlu<sup>1\*</sup>, Ilaria de Meo<sup>2</sup>, Claudia Miglietta<sup>3</sup>, Mehmet Cengiz Deval<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz University, Fisheries Faculty, Main Campus, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Inland Norway University of Applied Sciences, Faculty of Applied Ecology, Agricultural Sciences and Biotechnology, Campus Evenstad, Elverum, Norway

<sup>3</sup>Via Andrea Doria 38, Cellino San Marco (Br), 72020, Italy

<sup>4</sup>Akdeniz University, Fisheries Faculty, Main Campus, Antalya, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-6825-3587>

<https://orcid.org/0000-0003-1433-2017>

<https://orcid.org/0000-0001-8370-5919>

<https://orcid.org/0000-0001-9854-0037>

Received: 22.08.2022 / Accepted: 11.10.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Non-and indigenous (sparid vs nemipterid) fish  
Biometrical distribution in space and time  
Competition or interaction  
Catch management and ecology  
Eastern Mediterranean Sea

**Abstract:** Since 2008 spatiotemporal and ecological distributions of porgies (sparid, all indigenous fish) were examined in the presence or absence of Randall's threadfin bream, *Nemipterus randalli* in the present study area. Seasonal fish and environmental parameters samplings were conducted at three transects of the fishing (nMPA) or non-fishing (MPA) regions on an oligotrophic shelf (Levantine Sea) in 2014-2015 for understanding management and ecology of the porgies' catches. Of 13 sparid fish determined during the present study, five species are rarely found. There were no seasonal significant differences in densities of the sparid fish with or without the alien nemipterid fish. However, there were differences in the densities by the bottom depths, the regions, and soft and hard bottoms vegetated by *Caulerpa* spp and meadow, respectively. Ecologically, fish assemblages and faunistic characters of the sparid fish were highly variable when excluding the *N. randalli* as highlighted and follows; i) seasonal variation occurred and ii) the depthwise community assemblages became irregular. *N. randalli* seemed to balance the sparid catch attributed to the biomass-abundance ratio in the ecosystem or vice versa in this trophically sensitive gulf (ultra-oligotrophic) of the eastern Mediterranean Sea.

### Anahtar kelimeler:

Yerli ve olmayan (sparid karşı nemipterid) balıklar  
Mekan ve zaman içinde biyometrik dağılımları  
Rekabet veya etkileşim  
Av idaresi ve ekoloji  
Doğu Akdeniz

## Besince Fakir Bir Levant Kıta Sahaneliğinde Sparid Balıklarının Anahtar Türleri Alandaki Av Dengesi İçin Yabancı Kalkıyruk Mercan Balığının Üstesinden Geliyor mu Yoksa Tam Tersi mi?

**Öz:** 2008 yılından beri çalışma alanında bulunan kalkıyruk mercan *Nemipterus randalli*'nin varlık ve yokluğu karşısında Sparid balıkların (tamamı yerli tür) alansal-zamansal dağılımları ve ekolojik davranışları incelendi. Avlanan Porgies türlerinin yönetimi ve ekolojisini anlamak için 2014-2015 yıllarında oligotrofik bir kıta sahanlığı içerisindeki (Levanten Denizi) balıkçılığa kapalı (nMPA) ve balıkçılığın serbest (MPA) olduğu bölgelerde üç ayrı hatta mevsimsel olarak balık ve çevresel parametre örnekleme yapıldı. Bu çalışma sırasında belirlenen 13 sparid türünden beşine nadiren rastlandı. Balıkların av yoğunluklarında kalkıyruk mercan var veya yok iken mevsimsel farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte derinlik, bölge ve *Caulerpa* spp ve deniz çayırtı tarafından bitkilendirilen yumuşak ve sert zeminler bakımından Sparidlerin yoğunluklarda anlamlı farklılıklar bulundu. Ekolojik olarak, *N. randalli* türü hariç tutulduğunda Sparid toplulukları ve faunistik karakterleri oldukça değişkenlik göstermekte ve sonuç olarak; i) mevsimsel varyasyon (düzensizlik) ortaya çıkmakta ve ii) derinliğe bağlı balık toplulukları oluşumu bozulmaktadır. *N. randalli*, doğu Akdeniz'in bu trofik olarak hassas körfezinde (besince oldukça fakir) ekosistemdeki biyokütle-bolluk oranına atfedilen sparid avını dengeler gibi veya tam tersi olarak etkili olduğu görülmektedir.

## Introduction

The porgies, the sparid fish are one (first or second order) of the dominant taxa overspreading on the shelf in the Mediterranean Sea (Biagi et al. 2002; Arechavala-López et al. 2008; Kalogirou et al. 2010, 2012) and the present study area (Özvarol 2016 a, b; de Meo et al. 2018), and all

are indigenous species originated as Atlanto-Mediterranean (de Meo et al. 2018). They are commercially valuable. The first Mediterranean record of Randall's threadfin bream, *Nemipterus randalli* Russell, 1986 was reported in the eastern Levant Sea. (Golani and

\*Corresponding author: \*emutlu@akdeniz.edu.tr

Sonin 2006). *Nemipterus randalli* has inhabited the Turkish waters (Iskenderun Bay) since July 2007 (Bilecenoglu and Russell 2008), and the Antalya Gulf since February 2008 (Gökoglu et al. 2009). The nemipterid fish is also commercially valuable as much as the sparid fish in the eastern Mediterranean Sea.

The Mediterranean Sea hosts a rich and varied marine life that is comparatively well-studied (Vasilakopoulos et al. 2017). Although the Mediterranean Sea is considered to be a biodiversity hotspot (Coll et al. 2010), it is under increasing threat from pollution, over-exploitation and climate change (Cuttelod et al. 2009). Onset of change, the eastern Mediterranean Sea is well open to new records of plethora of marine organisms. In the Eastern Mediterranean, biodiversity is also threatened by invasive alien species including the gelatinous organisms (Galil 2007). Alien species span over most animal phyla and have created new communities altering the Mediterranean ecosystems (Coll et al. 2010). The easternmost Mediterranean coasts were invaded mostly by the Lessepsian fish (Galil 2007). Such non-indigenous fish affected the ecosystem and indigenous fish assemblages (Raitsos et al. 2010). Due to global warming and change in the architecture of Suez Canal, new introduction and establishment of the organisms have continued in time.

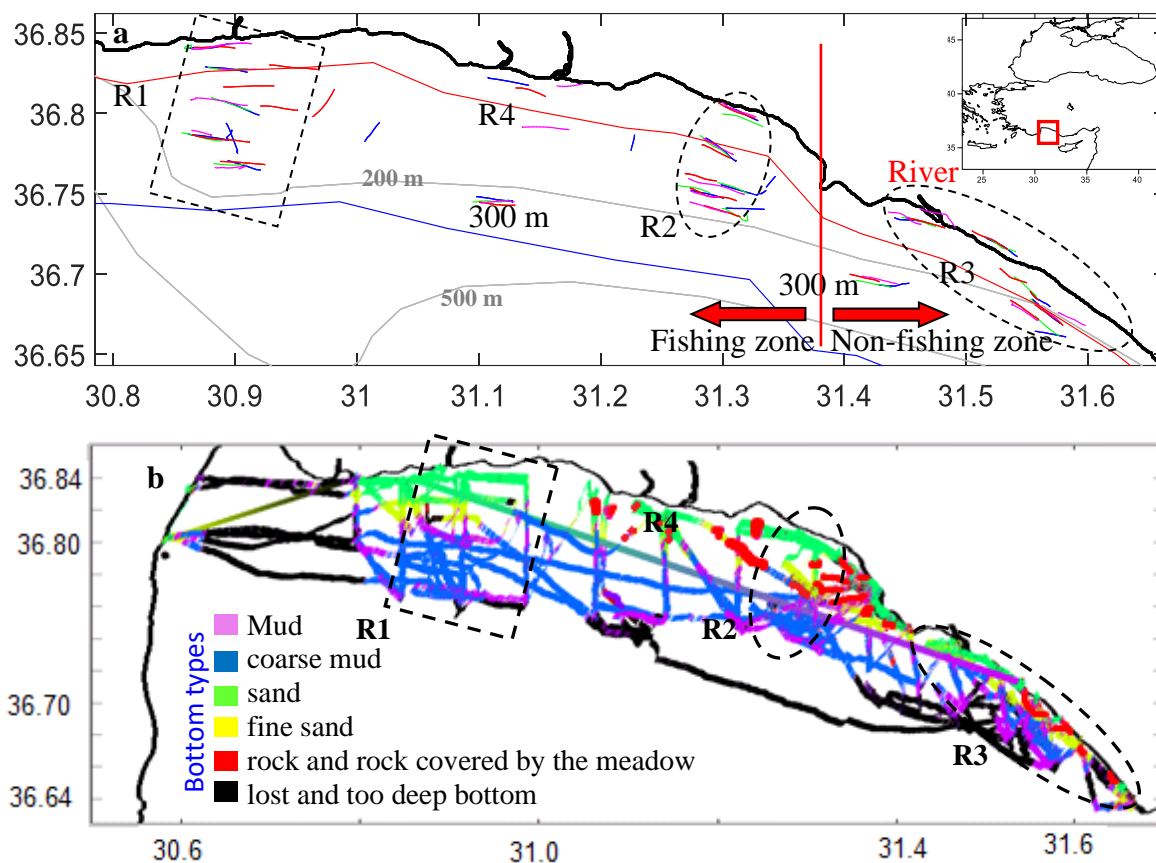
Local distribution and abundance patterns of fish assemblages are known to be influenced by many factors such as depth, which is often the main gradient along which faunal changes occur, bottom type and physical characteristics of the water column (Demestre et al. 2000; Kallianiotis et al. 2000; Araújo et al. 2002; Prista et al. 2003; Katsanevakis et al. 2009; Keskin et al. 2011a; de Meo et al. 2018). Therefore, the Levantine Sea, particularly the Turkish coasts have been oceanographically stressed by means of the Suez Canal and the Atlantic current from either sides of the Mediterranean Sea. Subsequently, assemblage patterns also mirrored changes in various oceanographic and geographic variables collected along with the fish samples, indicating that communities were responding to relatively small-scale spatial variability in the environment (de Meo et al. 2018).

Of the 70% alien fish species of the total in the Mediterranean Sea, 106 alien fish species (most of them recognized as the Indo-Pacific, IP) were reported in the eastern Mediterranean Sea (Zenetos et al. 2010; Galil and Goren 2013; Bilecenoglu et al. 2014). A total of 74 alien fish species (66 IP and 8 Atlantic) was updated for the Turkish Mediterranean waters (Ergüden et al. 2016). Alien species such as *N. randalli*, were claimed to stabilize local fisheries catch in a highly invaded ecosystem (Stern et al. 2014; Rijn et al. 2020). Alien fish species may be a valuable resource and niche for marine fisheries, yet their contribution to the catch might be balanced by negative effects on indigenous species (Rijn et al. 2020). For instance, *N. randalli* which has made habitat selection and had trophic properties (Stern et al. 2014) were found to be very similar to those of the indigenous breams (Chessa et al. 2005; Gurlek et al. 2010). Catch per unit effort, CPUE

of *N. randalli* increased rapidly, while other ecologically comparable species from the family Sparidae showed generally stable catches (Raitsos et al. 2010). This striking ability of alien Lessepsian species to rapidly increase in population size, even when being commercially exploited, might be related to their pre-adaptation to warm climate conditions such as those occurring in the eastern Mediterranean (Raitsos et al. 2010). Furthermore, tropical fish generally grow faster (Henderson, 2005), which may lead to a higher percentage of individuals reaching maturity (Shapiro Goldberg et al. 2019) under the same fishing regime compared with species from a temperate origin (Yemişken et al. 2014; Stern et al. 2014; Rijn et al. 2020; Taylan and Yapıcı 2021).

Most of the studies on the sparid fish which were conducted in the eastern Turkish Mediterranean coasts focused on assessment of growth parameters or length-related parameters, followed by their diets as detailed in the discussion below. A few studies were attempted to outline their ecology with the limited abiotic variables such as bottom depths. In the western Mediterranean Sea, most studies focused on a variety of the detailed scopes of only sparid fish, owing to the lack of the non-indigenous nemipterid fish as referred in the discussion below.

The sparid species of the present study, the middle-sized specimens of commercially vulnerable fish species, have been hereby subjected for their spatiotemporal distribution of their biometry (density and morphometrics) for a sensitive area of the Turkish Mediterranean Sea, the Gulf of Antalya in the presence of the nemipterid fish. A total of 147 fish species were identified in the present study. 35 species were of Indo-Pacific origin and were assigned to the NIS group (de Meo et al. 2018). All the other species were assigned to the IS group, which consisted of 100 Atlanto-Mediterranean species, 8 cosmopolitan species, 3 species endemic to the Mediterranean and one to the Atlantic (Fig. 1, 2, Table 1). However, the porgies were ecologically located in the lower shelf and middle shelf (Fig. 1) while the nemipterid fish, *N. randalli* was ecologically separated from the lower shelf and located in the middle shelf where few NIS fishes were available (Fig. 2). Based on this separation, the present study was hypothesized to understand the crucial role of *N. randalli* in the keystone of porgies assemblages for its interaction in the middle shelf and for its restriction in the lower shelf. Their ecological importance and interactions, and recent historical comprehensive information on their distribution and ecology is lacking in the low-diversified and oligotrophic western Turkish Mediterranean water compared to the eastern waters (Coll et al. 2010; Sisma-Ventura et al. 2017). Subsequently, the aim of this study is to provide baseline information on bathymetric and seasonal ecological distribution in a variety of the abiotic variables (physical, chemical, optical parameters, and bottom types) and biometrical patterns (density, morphometric traits and sex composition) of the porgies interacted with the nemipterid fish, and to determine their biometrical dynamics and the species - environment, and -megafaunal benthos relationship.



**Figure 1.** Seasonal trawl sampling tracklines during 2014-2015 (blue; May 2014, green; August 2014; red; October 2014 and magenta; February 2015), and two miles border for prohibition of the fishery, red line and 12 miles border, blue line, and fixed depths are in the order of the shallowest to the deepest bottom depths from the coast to open water seaward in each of regions (R1-R3) (a), and the study area showing the different bottom types from the acoustical tracklines by the echosounder during 2014-2015 (b).

## Material and Methods

The present study was carried out by an official permission of the General Directorate of Fisheries and Aquaculture - Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry and was followed in compliance with ethical standards approved by the Akdeniz University (Protocol no: 2013.12.03).

### Sample collection and studies, and data standardization

Study area and material and methods were well described for the present study in the papers by de Meo et al. (2018) and Mutlu et al. (2021). Briefly, fish samples were seasonally collected using the Otter trawl (wing mesh size; 88 mm in a diamond eye and the cod-end; 44 mm, and cover of codend; 22 mm) on the shelf and shelf break of Gulf of Antalya in May 2014, August, October and February 2015 including both fishery period (15 September–15 April) and non-fishery period (16 April–14 September) (Fig. 1). Materials and measurements of the biotic and abiotic environmental parameters were performed simultaneously (de Meo et al. 2018; Mutlu et al. 2021). The study area, one of the most oligotrophic areas in the Mediterranean Sea (Sisma-Ventura et al. 2017) was categorized to be the following sub-regions; R1; fishing

zone and unvegetated soft bottoms, R2; the fishing zone and vegetated by *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813, and R3; almost Marine Protected Area (MPA) exposed to little fishing effort of local fisheries using the longline nets and setline (log chip) (Fig. 1b). Each region had 5 fixed stations located at 10 m, 25 m, 75 m, 125 m and 200 m bottom depths. There were two further shelf break stations (300 m); one in R1-R2, and one in R3 (Fig. 1a). For riverine effects on the sparid species, a region R4, which was restricted coastally by a deepest bottom of 75 m, was added to the present study. On board of R/V “Akdeniz Su”, the trawl was towed at a speed of 2.5-3 knots for about 30 minutes. Samples were then preserved in the 4-5% borax-buffered formaldehyde. The subsample of the total fish sample was taken if necessary (catch > 300 kg per trawl). Differential-Global Positioning System (D-GPS) recording data at every 1 s were converted to the swept area with estimations of the trawling distance multiplied with sweeping width calculated by multiplying the floatline length (35 m) with a multiplier of 0.5 (Pauly 1980).

All specimens of the porgies were individually measured for their total body length (mm) and weight (0.0001 g), and their gonads were dissected to determine individual sex of the species at the laboratory.

### Statistical analyses

Spatiotemporal distribution of the porgies was evaluated by interpreting the results of the following statistical methods and analyses. Soyer's index based on dominance ( $D\%$ ), frequency of occurrence ( $FO\%$ ), and numerical occurrence ( $NO\%$ ) were evaluated to determine constancy of the species occurrence in the study area (Soyer, 1970). Thereafter, the present study focused mostly on ten common species assessed by Soyer Index for the following statistical analyses. These common species were given in Table 1.

The following statistical analyses were applied to test for differences in the variables obtained from the species among the time (month or season) and space (depth and region). Three-way analysis of variance (3-way ANOVA) was subjected to each of species abundance among seasons, depths, and regions. The Post-hoc test (LSD, least significant difference) was applied then to each variable separately for each factor (way). Before the ANOVA application, the data (X) were tested to be normal distribution using one-sample Kolmogorov-Smirnov test. Consequently, non normal data were transformed to  $\log_{10}(X+1)$ . Faunistic characteristics of the nemipterid and sparid (porgies) fish were represented by mean number of species ( $S$ ), abundance ( $N$ ), biomass ( $B$ ), Margalef's richness index ( $d$ ), Pielou's evenness index ( $J'$ ), and Shannon-Weiner diversity index ( $H'$ ) estimated using PRIMER (PRIMER, vers.6+). Three-way analysis of

variance (3-way ANOVA) was subjected to each of the faunistic characteristics among seasons, depths, and regions. Bray-Curtis similarities based on  $\log_{10}$ -transformed abundances and biomasses of the porgies with and without the nemipterid fish were applied to non-parametric Multidimensional Scaling (nMDS) and cluster to see the fish assemblages, and to PERMANOVA to test the differences among the clustered fish assemblages using PRIMER. A subroutine of the PRIMER, the Similarity of Percentage (SIMPER) analysis was applied to determine the contributor and discriminator species within and between the groups determined with the cluster truncation.

Abundance of the porgies and nemipterid fish was subjected to canonical correspondence analysis (CCA) to cluster the stations to estimate the sparid/nemipterid species-environment relationship and the sparid/nemipterid species-megabenthic fauna (Garuti and Mutlu 2021; Patania and Mutlu 2021) relationship using CANOCA (vers. 4.5).

The Generalized Additive Model (GAM) was used to estimate the regressive effect of the predicted variable (ten common sparid fish; abundance, biomass, and biomass/abundance) to the response variables (the nemipterid fish; abundance, biomass, and biomass/abundance) for seasonally pooled data. The univariate statistical analyses were performed using the statistical tools of the MatLab (vers. 2021a, Mathworks inc).

**Table 1.** Spatiotemporal distribution ( $X \pm SD$ ) of biomass ( $B$ ;  $\text{kg.km}^{-2}$ ), abundance ( $A$ ;  $\text{ind.km}^{-2}$ ), female:male ratio (F:M), individual total length (L; cm) and weight (W; g) of the Randall's threadfin bream and the common porgies. Bold  $P$  values denote significantly difference in variables among the factors at  $P < 0.05$

| Species/Factors            | $B$                        | $A$                        | F:M      | L                          | W             |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| <i>Nemipterus randalli</i> |                            |                            |          |                            |               |
| Region                     | 0.369                      | 0.5561                     | 0.6584   | <b>0.0206</b>              | <b>0.0319</b> |
| R1                         | 4.2±1.2                    | 94.6±27.0                  | 6.8±3.3  | 14.0±0.2                   | 41.3±2.4      |
| R2                         | 3.3±1.2                    | 68.9±28.7                  | 4.7±4.3  | 15.1±0.4                   | 46.7±3.9      |
| R3                         | 1.3±1.2                    | 46.0±27.6                  | 0.4±4.3  | 13.3±0.4                   | 33.2±3.7      |
| R4                         | 1.1±2.7                    | 24.8±61.7                  | 0.5±7.5  | 16.4±1.4                   | 60.6±12.2     |
| Season                     | 0.9272                     | 0.8604                     | 0.3255   | <b>2.1*10<sup>-7</sup></b> | <b>0.0011</b> |
| May                        | 3.5±1.3                    | 70.6±29.7                  | 12.5±5.0 | 12.8±0.4                   | 34.3±4.2      |
| Aug                        | 2.2±1.5                    | 54.0±33.7                  | 4.9±4.5  | 15.2±0.4                   | 41.4±3.8      |
| Oct                        | 2.9±1.3                    | 55.6±30.4                  | 1.0±3.5  | 15.6±0.3±                  | 52.5±3.4      |
| Feb                        | 2.6±1.4                    | 88.4±31.9                  | 2.4±3.8  | 13.1±0.3                   | 35.7±2.9      |
| Depth                      | <b>1.8*10<sup>-7</sup></b> | <b>5.6*10<sup>-7</sup></b> | 0.8595   | <b>0.0091</b>              | <b>0.0075</b> |
| 10                         | 0.3±1.2                    | 4.9±27.9                   | -        | 17.5±1.6                   | 69.6±13.9     |
| 25                         | 7.0±1.3                    | 160.6±30.0                 | 2.7±3.1  | 14.1±0.3                   | 40.1±2.7      |
| 75                         | 5.7±1.2                    | 159.6±28.9                 | 8.8± 4.1 | 13.4±0.3                   | 35.8±2.8      |
| 125                        | 0.1±1.7                    | 2.8±38.2                   | 1.0±11.0 | 14.2±2.8                   | 41.2±24.1     |
| 200                        | -                          | -                          | -        | -                          | -             |
| 300                        | -                          | -                          | -        | -                          | -             |



Table 1. Continued

| <b><i>Boops boops</i></b>           |               |               |               |                             |                             |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Region                              | 0.8168        | 0.6758        | 0.7789        | <b>6.1*10<sup>-13</sup></b> | <b>1.1*10<sup>-14</sup></b> |
| R1                                  | 44.4±16.1     | 1742±704.4    | 3.8±1.4       | 13.5±0.07                   | 22.8±0.4                    |
| R2                                  | 43.6±17.1     | 2119±748.9    | 1.8±1.5       | 13.0±0.09                   | 21.4±0.5                    |
| R3                                  | 24.6±16.4     | 913.0± 718.3  | 2.3±1.6       | 14.0±0.09                   | 27.5±0.5                    |
| R4                                  | 33.3±36.7     | 1056±1606     | 2.0±2.5       | 13.7±0.2                    | 25.4±1.3                    |
| Season                              | 0.0628        | 0.0572        | <b>0.0149</b> | <b>5.6*10<sup>-40</sup></b> | <b>4.0*10<sup>-15</sup></b> |
| May                                 | 2.9±16.8      | 126.5±736.0   | 0.5±1.4       | 13.3±0.1                    | 23.5±1.0                    |
| Aug                                 | 55.7±19.1     | 1965±837.2    | 8.1±1.8       | 14.4±0.1                    | 27.9±0.8                    |
| Oct                                 | 32.5±17.1     | 1302±753.3    | 1.5±1.3       | 14.0±0.07                   | 25.4±0.4                    |
| Feb                                 | 65.5±18.0     | 3085±791.9    | 2.6±1.3       | 12.8±0.07                   | 21.1±0.4                    |
| Depth                               | <b>0.0167</b> | <b>0.0214</b> | <b>0.0051</b> | <b>1.1*10<sup>-44</sup></b> | <b>3.8*10<sup>-35</sup></b> |
| 10                                  | 11.1±19.5     | 376.4±860.8   | 1.4±1.7       | 12.7±0.1                    | 20.1±1.0                    |
| 25                                  | 11.3±20.9     | 526.3± 924.7  | 1.1±1.8       | 13.6±0.1                    | 25.3±0.85                   |
| 75                                  | 73.5±20.2     | 3518±891.1    | 1.2±1.4       | 12.8±0.1                    | 20.6±0.5                    |
| 125                                 | 100.6±20.9    | 3948±924.7    | 3.4±1.4       | 13.8±0.07                   | 24.4±0.4                    |
| 200                                 | 19.4±21.8     | 625.8±962.4   | 3.9±1.8       | 14.5±0.1                    | 27.0±0.9                    |
| 300                                 | 0.8±26.7      | 16.1±1178     | 25.0±4.8      | 17.3±0.6                    | 50.2±4.1                    |
| <b><i>Dentex macrophthalmus</i></b> |               |               |               |                             |                             |
| Region                              | 0.1101        | <b>0.0047</b> | 0.2381        | 0.2430                      | 0.2851                      |
| R1                                  | 0.6±0.7       | 41.3± 52.4    | 0.4±0.08      | 9.6±0.5                     | 16.7±2.9                    |
| R2                                  | 1.0±0.7       | 50.2±55.3     | 0.2±0.1       | 10.9±1.1                    | 20.2±6.5                    |
| R3                                  | 0.1±0.7       | 3.3±53.8      | 0±0.1         | 12.6±1.9                    | 35.6±11.3                   |
| R4                                  | 5.2±1.9       | 552.0±135.4   |               |                             |                             |
| Season                              | 0.4908        | 0.4119        | 0.8929        | <b>0.0018</b>               | <b>0.0072</b>               |
| May                                 | 1.2±0.7       | 110.5±54.7    | 0.2±0.1       | 8.7±0.4                     | 12.3±2.7                    |
| Aug                                 | 1.1±0.8       | 53.1±62.2     | 0.2±0.2       | 10.9±0.8                    | 20.2±5.2                    |
| Oct                                 | 0.1±0.7       | 5.5±56.0      | 0.3±0.1       | 12.0±0.6                    | 30.1±4.03                   |
| Feb                                 |               |               |               |                             |                             |
| Depth                               | 0.2759        | 0.3926        | 0.3571        | <b>0.0325</b>               | 0.0851                      |
| 10                                  | -             | -             | -             | -                           | -                           |
| 25                                  | -             | -             | -             | -                           | -                           |
| 75                                  | 3.4±1.0       | 238.5±76.9    | 0.1±[0.1      | 11.3±0.8                    | 24.0±5.2                    |
| 125                                 | 1.1±1.0       | 79.2±80.7     | 0.3±0.1       | 9.2±0.4                     | 14.5±2.9                    |
| 200                                 | 0.1±1.1       | 3.8±85.0      | 0.5±0.1       | 12.2±1.2                    | 30.9±7.4                    |
| 300                                 |               |               |               |                             |                             |
| <b><i>Dentex maroccanus</i></b>     |               |               |               |                             |                             |
| Region                              | <b>0.0268</b> | 0.0519        | 0.4725        | <b>7.4*10<sup>-37</sup></b> | <b>6.4*10<sup>-33</sup></b> |
| R1                                  | 2.7±135.7     | 161.0±4273    | 2.8±3.1       | 10.3±0.1                    | 18.7±1.5                    |
| R2                                  | 9.3±144.2     | 516.0±4543    | 8.1±3.4       | 10.6±0.1                    | 20.0±1.3                    |
| R3                                  | 526.9±138.4   | 15283±4357    | 7.1±2.7       | 12.6±0.1                    | 35.3±0.7                    |
| R4                                  |               |               |               |                             |                             |
| Season                              | 0.5280        | 0.3907        | 0.8302        | 0.1385                      | <b>9.2*10<sup>-7</sup></b>  |
| May                                 | 23.3±154.5    | 447.7±4792    | 2.1±6.1       | 11.9±0.4                    | 37.9±3.4                    |
| Aug                                 | 352.8±175.7   | 12862±5452    | 4.9±3.2       | 11.7±0.1                    | 27.6±0.8                    |
| Oct                                 | 118.7±158.1   | 3760±4905     | 8.0±3.2       | 11.9±0.1                    | 29.5±1.2                    |
| Feb                                 | 234.5±166.2   | 4771±5157     | 6.3±3.5       | 12.3±0.1                    | 36.5±1.5                    |
| Depth                               | 0.1486        | 0.2902        | 0.4907        | <b>5.5*10<sup>-68</sup></b> | <b>2.9*10<sup>-64</sup></b> |
| 10                                  | -             | -             | -             | -                           | -                           |
| 25                                  | -             | -             | -             | -                           | -                           |
| 75                                  | 0.05±187.7    | 1.9±5945      | 0.5±8.3       | 11.6±1.4                    | 26.7±11.7                   |
| 125                                 | 383.3±194.8   | 16125±6169    | 9.2±2.7       | 10.8±0.09                   | 21.6± 0.7                   |
| 200                                 | 702.3±202.7   | 15649±6421    | 4.6±2.6       | 12.9±0.1                    | 37.4± 0.8                   |
| 300                                 | 6.2±248.3     | 86.7±7864     | 1.8±5.8       | 16.3±0.3                    | 67.9±3.1                    |

**Table 1.** Continued

| <i>Diplodus annularis</i>    |                            |               |               |                              |                              |
|------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Region                       | <b>1.6*10<sup>-4</sup></b> | <b>0.0016</b> | 0.5266        | <b>1.2*10<sup>-5</sup></b>   | <b>0.0016</b>                |
| R1                           | 4.7±31.3                   | 217.0±1571    | 3.8±1.7       | 10.6±0.1                     | 21.4±1.05                    |
| R2                           | 5.6±33.2                   | 172.0±1671    | 1.4±1.9       | 12.1±0.3                     | 29.3±2.08                    |
| R3                           | 22.1±31.                   | 878.4±1603    | 0.3±1.7       | 11.5±0.1                     | 25.3±1.2                     |
| R4                           | 362.4±71.3                 | 15538±3584    | 0.4±2.7       | 11.2±0.1                     | 25.3±0.7                     |
| Season                       | 0.4887                     | 0.4515        | 0.7670        | <b>1.6*10<sup>-24</sup></b>  | <b>8.9*10<sup>-24</sup></b>  |
| May                          | 34.9±38.2                  | 1034±1857     | 1.2±2.3       | 12.0±0.1                     | 29.3±1.2                     |
| Aug                          | 1.0±43.5                   | 30.9±2113     | 0.5±2.9       | 11.4±0.3                     | 23.1±2.1                     |
| Oct                          | 10.6±39.1                  | 338.2±1901    | 0.5±2.0       | 12.0±0.1                     | 30.8±0.8                     |
| Feb                          | 84.7±41.1                  | 4150±1998     | 2.9±1.5       | 10.4±0.09                    | 19.5±0.6                     |
| Depth                        | 0.5693                     | 0.7256        | 0.7357        | <b>5.3*10<sup>-9</sup></b>   | <b>1.0*10<sup>-5</sup></b>   |
| 10                           | 124.0±46.5                 | 5396±2282     | 0.6±1.8       | 10.8±0.09                    | 22.9± 0.6                    |
| 25                           | 58.2±49.9                  | 2173±2451     | 2.3±1.2       | 11.8±0.1                     | 28.0± 0.9                    |
| 75                           | 0.03±48.1                  | -             |               | 12.1±1.4                     | 32.7±10.2                    |
| 125                          | 0.1± 49.9                  | 1.8±2451      |               |                              |                              |
| 200                          |                            |               |               |                              |                              |
| 300                          |                            |               |               |                              |                              |
| <i>Lithognathus mormyrus</i> |                            |               |               |                              |                              |
| Region                       | <b>0.0305</b>              | <b>0.0363</b> | 0.5694        | <b>1.0*10<sup>-13</sup></b>  | <b>1.0*10<sup>-4</sup></b>   |
| R1                           | 36.4±11.9                  | 1018±335.3    | 2.2±0.9       | 12.9±0.1                     | 32.3±1.1                     |
| R2                           | 0.8±12.7                   | 22.8±356.5    | 0.5±1.3       | 14.2±0.5                     | 34.3±3.7                     |
| R3                           | 4.9±12.1                   | 112.0±341.9   | 0.5±0.9       | 15.2±0.2                     | 41.9±1.9                     |
| R4                           | 73.0±27.2                  | 1931±764.7    | 1.3±1.3       | 14.6±0.2                     | 38.9±1.8                     |
| Season                       | 0.3699                     | 0.2620        | 0.7194        | <b>2.1*10<sup>-18</sup></b>  | <b>8.7*10<sup>-8</sup></b>   |
| May                          | 15.5±13.5                  | 415.6±375.6   | 0.9±1.1       | 14.0±0.3                     | 38.4±2.5                     |
| Aug                          | 6.1±15.3                   | 130.4±427.3   | 2.3±1.1       | 15.2±0.2                     | 41.6±2.0                     |
| Oct                          | 11.5±13.8                  | 262.8±384.5   | 1.2±1.1       | 15.2±0.2                     | 42.2±1.9                     |
| Feb                          | 40.2±14.5                  | 1188±404.2    | 0.7±0.9       | 12.8±0.1                     | 30.9±1.1                     |
| Depth                        | 0.0663                     | <b>0.0331</b> | 0.2178        | <b>2.8*10<sup>-21</sup></b>  | <b>2.3*10<sup>-18</sup></b>  |
| 10                           | 61.7±15.6                  | 1969± 432.8   | 0.7±0.6       | 13.1±0.1                     | 30.9±0.9                     |
| 25                           | 40.6±16.8                  | 761.3± 464.9  | 2.0±0.8       | 15.6±0.2                     | 47.2±1.4                     |
| 75                           | 0.07±16.2                  | 1.3± 448.0    |               |                              |                              |
| 125                          | -                          | -             |               |                              |                              |
| 200                          |                            |               |               |                              |                              |
| 300                          |                            |               |               |                              |                              |
| <i>Pagellus acarne</i>       |                            |               |               |                              |                              |
| Region                       | 0.3736                     | 0.5992        | 0.5964        | <b>8.4*10<sup>-109</sup></b> | <b>5.2*10<sup>-97</sup></b>  |
| R1                           | 33.8±60.1                  | 2401±1634     | 0.5±0.2       | 11.2±0.1                     | 16.6±0.7                     |
| R2                           | 6.9±63.9                   | 517.9±1737    | 0.002±0.3     | 10.6±0.1                     | 14.2±0.8                     |
| R3                           | 148.8±61.3                 | 3503±1666     | 0.4±0.2       | 14.2±0.09                    | 36.4±0.6                     |
| R4                           | 0.3±137.1                  | 11.8±3726     |               | 13.5±1.2                     | 29.3±8.4                     |
| Season                       | 0.5492                     | 0.5732        | 0.5749        | <b>4.5*10<sup>-15</sup></b>  | <b>2.0*10<sup>-14</sup></b>  |
| May                          | 3.2±65.8                   | 480.8±1774    | 0.1±0.3       | 12.7±0.7                     | 27.0±4.8                     |
| Aug                          | 62.8±74.8                  | 3791±2019     | 0.7±0.3       | 11.4±0.1                     | 18.8±0.8                     |
| Oct                          | 136.8±67.3                 | 3036±1816     | 0.1±0.2       | 12.7±0.1                     | 28.1±0.8                     |
| Feb                          | 39.4±70.8                  | 1220±1909     | 0.3±0.3       | 13.1±0.1                     | 27.7±1.1                     |
| Depth                        | <b>0.0014</b>              | 0.0867        | <b>0.0166</b> | <b>1.2*10<sup>-104</sup></b> | <b>1.0*10<sup>-118</sup></b> |
| 10                           | 4.5±70.8                   | 716.8±2056    | 0.12±0.5      | 11.0±0.3                     | 15.8±1.9                     |
| 25                           | 0.3±76.0                   | 17.8±2209     | 0.08±0.5      | 11.8±0.5                     | 20.3±3.3                     |
| 75                           | 56.0±73.3                  | 3621±2128     | 0.001±0.3     | 10.2±0.1                     | 12.3±0.9                     |
| 125                          | 16.0±76.0                  | 595.0±2209    | 0.2±0.2       | 12.1±0.1                     | 22.9±0.8                     |
| 200                          | 93.6±79.1                  | 3506±2299     | 0.1±0.2       | 12.3±0.1                     | 22.9±0.6                     |
| 300                          | 4.5±96.9                   | 91.8±2816     | 2.7±0.5       | 15.4±0.3                     | 48.3±2.1                     |

Table 1. Continued

| <i>Pagellus erythrinus</i>    |                            |               |               |                             |                             |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Region                        | 0.2185                     | 0.7496        | <b>0.0329</b> | <b>1.7*10<sup>-75</sup></b> | <b>1.9*10<sup>-52</sup></b> |
| R1                            | 29.5±38.7                  | 1221±856.6    | 87.8±55.6     | 11.7±0.1                    | 24.4±1.3                    |
| R2                            | 83.5±41.2                  | 1889±910.8    | 56.6±49.0     | 14.5±0.1                    | 44.5±1.3                    |
| R3                            | 140.7±39.5                 | 2394± 873.6   | 29.2±52.0     | 15.5±0.1                    | 52.5±1.3                    |
| R4                            | 19.1±88.4                  | 739.8±1953    | 348.0±93.0    | 12.3±0.2                    | 27.9±2.1                    |
| Season                        | 0.1903                     | 0.2088        | 0.5229        | <b>2.1*10<sup>-6</sup></b>  | <b>6.4*10<sup>-4</sup></b>  |
| May                           | 46.7±42.0                  | 1049± 911.0   | 25.8±55.5     | 13.1±0.2                    | 35.2±2.0                    |
| Aug                           | 171.3±47.8                 | 3714±1036     | 108.4±74.0    | 14.5±0.1                    | 44.1±1.5                    |
| Oct                           | 47.1±43.0                  | 1176± 932.4   | 71.8±61.6     | 13.3±0.1                    | 37.1±1.6                    |
| Feb                           | 72.3±45.2                  | 1465±980.3    | 142.2±57.3    | 13.6±0.1                    | 37.2±1.4                    |
| Depth                         | 0.0525                     | <b>0.0025</b> | 0.9444        | <b>1.2*10<sup>-46</sup></b> | <b>3.1*10<sup>-38</sup></b> |
| 10                            | 6.1± 49.1                  | 289.9±1005    | 138.5±66.8    | 11.3±0.2                    | 20.8±2.0                    |
| 25                            | 234.0±52.7                 | 6398±1080     | 117.2±64.2    | 13.1±0.1                    | 33.4±1.1                    |
| 75                            | 101.8±50.8                 | 1385±1040     | 77.2±64.2     | 15.3±0.1                    | 49.0±1.5                    |
| 125                           | 110.0±52.7                 | 2005±1080     | 21.5±77.2     | 15.0±0.2                    | 53.1±2.0                    |
| 200                           | 1.6±54.9                   | 28.8±1124     | 5.0±231.7     | 16.3±0.7                    | 56.4±6.7                    |
| 300                           | 0.2±67.2                   | 2.8±1377      |               | 18.8±2.7                    | 88.3±24.3                   |
| <i>Pagrus caeruleostictus</i> |                            |               |               |                             |                             |
| Region                        | 0.7974                     | <b>0.0211</b> | 0.0974        | <b>9.8*10<sup>-4</sup></b>  | <b>0.0166</b>               |
| R1                            | 2.5±1.8                    | 33.5±34.5     | 0.3±0.2       | 13.6±0.8                    | 56.6±13.4                   |
| R2                            | 2.7±1.9                    | 34.3±36.7     | 0.03±0.2      | 16.2±0.8                    | 93.1±13.7                   |
| R3                            | 3.6±1.8                    | 45.5±35.2     | 0.6±0.1       | 17.5±0.6                    | 102.5±11.0                  |
| R4                            | 6.9±4.2                    | 298.2±78.7    | 0.02±0.2      | 12.6±1.4                    | 41.1±22.8                   |
| Season                        | 0.3534                     | 0.2941        | 0.5328        | <b>1.3*10<sup>-12</sup></b> | <b>9.2*10<sup>-9</sup></b>  |
| May                           | 3.0±1.9                    | 107.5±39.0    | 0.2±0.2       | 12.1±0.5                    | 35.8±9.6                    |
| Aug                           | 6.1±2.2                    | 73.5±44.4     | 0.7±0.3       | 16.3±0.5                    | 85.2±9.6                    |
| Oct                           | 3.5±2.0                    | 24.2±39.9     | 0.2±0.2       | 20.1±0.6                    | 144.9±11.7                  |
| Feb                           | 0.5±2.1                    | 8.7±42.0      | 0.3±0.2       | 15.2±1.5                    | 91.5±26.9                   |
| Depth                         | <b>6.9*10<sup>-4</sup></b> | 0.0696        | 0.2025        | <b>4.6*10<sup>-7</sup></b>  | <b>4.1*10<sup>-5</sup></b>  |
| 10                            | 5.1±2.1                    | 168.3± 45.5   | 0.1±0.1       | 13.0±0.6                    | 48.4±10.2                   |
| 25                            | 13.6±2.2                   | 136.0±48.9    | 0.5±0.1       | 17.5±0.5                    | 106.3±8.6                   |
| 75                            | -                          | -             |               |                             |                             |
| 125                           |                            |               |               |                             |                             |
| 200                           |                            |               |               |                             |                             |
| 300                           |                            |               |               |                             |                             |
| <i>Pagrus pagrus</i>          |                            |               |               |                             |                             |
|                               |                            |               | 2.27          |                             |                             |
| Region                        | 0.5510                     | 0.5498        | 0.6249        | 0.0911                      | 0.1873                      |
| R1                            | 0.2±49.4                   | 11.3±275.4    | -             | 13.4±4.8                    | 30.6±71.2                   |
| R2                            | 2.9±52.5                   | 45.9±292.9    | 1.5±3.6       | 16.0±0.7                    | 85.7±11.7                   |
| R3                            | 90.1±50.4                  | 519.4±280.9   | 6.5±4.0       | 12.4±1.4                    | 42.7±21.4                   |
| R4                            |                            |               |               |                             |                             |
| Season                        | 0.4696                     | 0.4810        | 0.8888        | 0.0819                      | 0.0742                      |
| May                           | 102.2±53.5                 | 581.8±298.7   | 1.0±8.9       | 13.0±1.4                    | 39.8±20.8                   |
| Aug                           | 1.3±60.9                   | 24.6±339.8    | 2.0±6.3       | 17.3±1.6                    | 91.0±24.4                   |
| Oct                           | 0.4±54.8                   | 14.0±305.8    | 0.5±6.3       | 12.5±1.7                    | 39.5±26.1                   |
| Feb                           | 2.4±57.6                   | 43.4±321.5    | 5.5±4.0       | 16.2±0.9                    | 96.9±14.4                   |
| Depth                         | 0.6588                     | 0.6333        | 0.6593        | 0.7183                      | 0.5937                      |
| 10                            | 0.04± 65.5                 | 5.0± 364.8    | -             | -                           | -                           |
| 25                            | 0.4±70.4                   | 16.8±391.8    | -             | -                           | -                           |
| 75                            | 3.8±67.8                   | 63.0±377.6    | 1.2±4.1       | 15.6±0.9                    | 82.3±13.1                   |
| 125                           | 173.5±70.4                 | 999.0± 391.8  | 5.8±3.6       | 14.5±1.2                    | 64.1±17.7                   |
| 200                           | 0.05±73.2                  | 1.6±407.8     | -             | 13.4±5.0                    | 30.6±73.0                   |
| 300                           | 1.5±89.7                   | 19.1± 499.5   |               | -                           |                             |

## Results

### Spatiotemporal distribution

Before ecological conception for the interaction between targeted IS and NIS, the quantitative and qualitative spatiotemporal distribution would help to better understand the ecosystem between the NIS and IS fish. A total of 13 porgies, all indigenous species were caught and one species belonging to nemipterid fish which is non-indigenous species (Lessepsian) to the eastern Mediterranean Sea. One species belonged to genus *Boops*, one to *Lithognathus*, 3 to *Dentex*, 2 to *Diplodus*, 2 to *Pagellus*, and 4 to *Pagrus*. According to Soyer index, *Pagellus erythrinus* and *Boops boops* were recognized as constant species, *Pagellus acarne*, *Nemipterus randalli*, *Dentex maroccanus* and *Diplodus annularis* were common species, and the rest of the species were rare species for the study area. The most abundantly occurred species was *Dentex maroccanus*, followed by *P. erythrinus*, *B. boops*, *P. acarne*, and *D. annularis* among all fish species caught during the present study. The rest of fish species had a  $NO\% < 1\%$ . Most of the NIS inhabited the lower shelf whilst *N. randalli* was present in the middle shelf (Fig. 2).

### Abundance

The highest abundance was recorded for *D. annularis* and *P. acarne*, followed by *P. erythrinus*, *B. boops* and *D. maroccanus* (Fig. 2). There were significant differences in the abundances of some porgies among the regions at  $P < 0.05$  (Table 1, Fig. 2). *Dentex macrophthalmus* had the maximum abundance in R4, followed R1 and R2, being rather high than that in R3, similar to *D. annularis* having maxima in R4, but minima in R1 and R2. *Lithognathus mormyrus* occurred abundantly in the unvegetated bottoms (R1 and R4). *Pagrus caeruleostictus* preferred the riverine region (R4) in numerous as compared to the other regions (Table 1, Fig. 2). However, abundances of all sparid and nemipterid fish were not significantly differentiated by the season (Table 1). Overall, the seafloor depth significantly affected abundances of some of the porgies excluding *D. macrophthalmus* (distributed in 75-125 m), *D. maroccanus* (75-300 m), *D. annularis* (10-25 m), *P. acarne* (10-300 m), *P. caeruleostictus* (10-25 m) and *Pagrus pagrus* (10-300 m, mostly 75-125 m). The abundance increased significantly by the bottom depth for *N. randalli* (10-75 m) preferring the 25-75 m, for *B. boops* (10-300 m) occurring abundantly at 75-125 m, for *P. erythrinus* (10-300 m) found abundantly at 25-125 m, and decreased significantly by the depth for *L. mormyrus* (10-75 m, mostly at 10-25 m) (Table 1, Fig. 2).

### Biomass

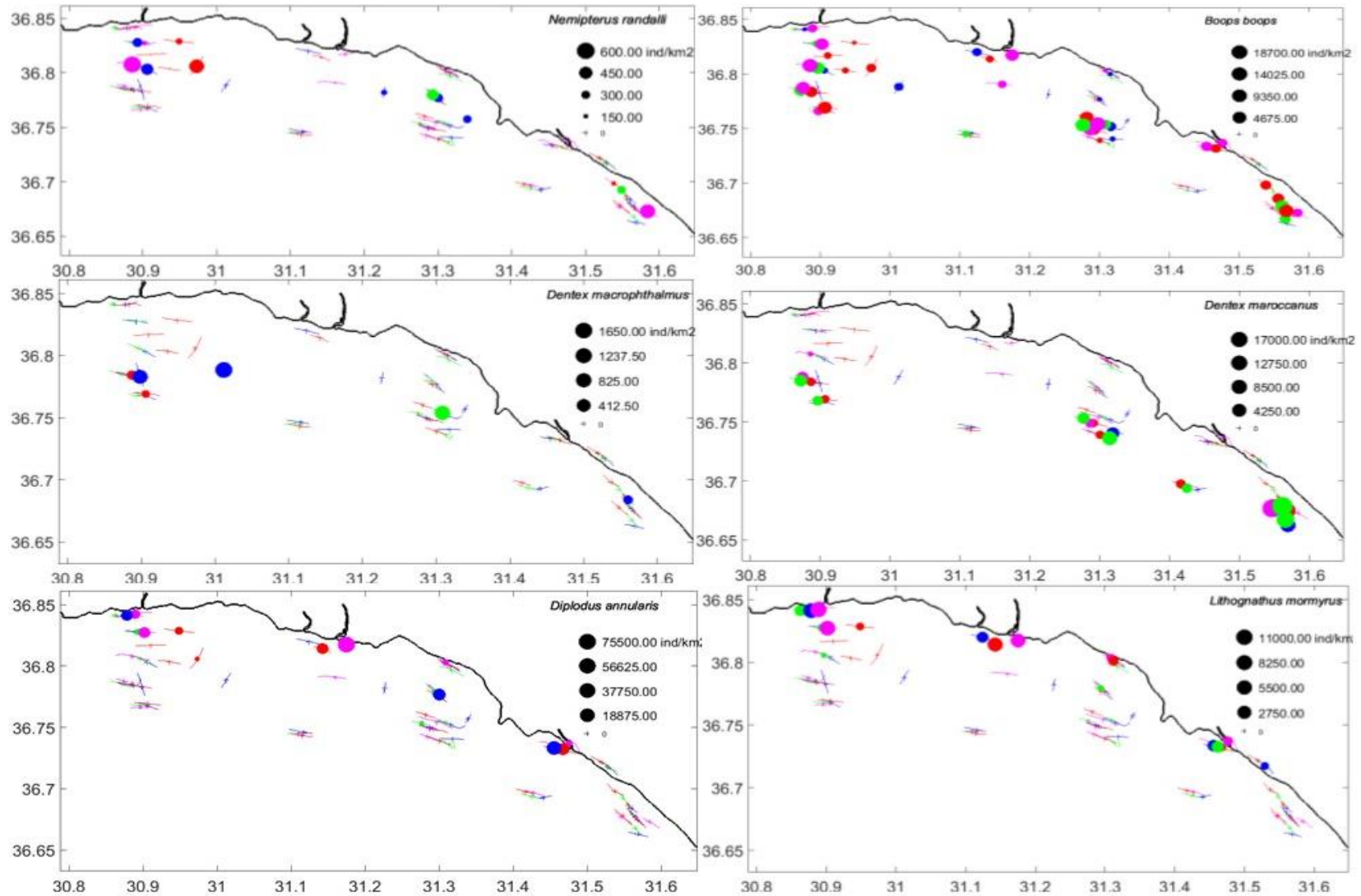
Biomasses of the fish exhibited a similar distribution to the abundance among the regions, seasons, and bottom depth with a few exceptions (Table 1). *D. maroccanus* contributed to the biomass, most highly to the total biomass of the all fish, followed by *P. acarne*, *P. pagrus*, *D. annularis* and *P. erythrinus*. Regional differences in the biomass occurred significantly for *D. maroccanus* having higher biomass in R3, *D. annularis* in the riverine region

and *L. mormyrus* at the unvegetated bottoms (Table 1). Like the abundance distribution, seasonal difference in the biomass did not occur significantly for any of the fish (Table 1). Each of four fish species (*N. randalli*, *B. boops*, *P. acarne* and *P. caeruleostictus*) had different biomass significantly along the bottom depth gradient (Table 1). Their biomasses tended to increase from the shallow to deep waters in a range of their specific distributional depths (Table 1).

### Faunistic characteristics

On contrary to the evenness index, the basic faunistic characters overall increased by the bottom depth in all seasons (Fig. 3a). Of the faunistic characteristics, number of species (*S*), abundance (*N*), biomass (*B*), and richness index (*d*) were significantly differentiated by all factors, and their interactions (Table 2). However, the evenness (*J'*) and biodiversity index (*H'*) were significantly different among none of the factors. Seasonal number of the species was highly variable in shallow waters (10-25 m), the variation decreased in intermediate depths (75-125 m), and then became stable at greater depths (Fig. 3a). The seasonal abundance showed a normal (bell-curve) distribution along the bottom depth gradient by having high abundance in August-October compared to the other seasons. The biomass had rather low values in May, and was more pronounced in a depth range of 75-200 m. The species richness index was similar to the trend of the number of species along the bottom depth, but was higher in all season along the shallow and intermediate waters with few exceptions, and was explicitly higher in February at the greater depths than the other seasons (Fig. 3a). The evenness index oscillated along the bottom depth for each of the seasons, but tended to increase by the bottom depths from 125 m to 300 m. The Shannon-Weiner biodiversity index had a bell-curve along the bottom depth of the shelf in August and October in contrast to a flipped-down curve occurred in February, and May (Fig. 3a).

Faunistic characteristics of the porgies were significantly differentiated by the nemipterid fish at  $P < 0.05$  (Table 2, Fig. 3). Of the faunistic characters, the biomass between sparids with and without nemipterid fish was significantly different among each of the factors and their interactions excluding seasonal interaction (Table 2, Fig. 3). The depth and its interaction with the other factors changed significantly most of the faunistic characteristics between sparids with and without nemipterid fish (Table 2, Fig. 3). Seasonal faunistic characters of the porgies were highly variable (Fig. 3b) as compared to the faunistic characters with the nemipterid fish across the seafloor depth (Fig. 3a).



**Figure 2.** Spatiotemporal abundance (ind.km<sup>-2</sup>) distribution (circles log<sub>10</sub>-transformed excluding the nemipterid fish) of constant and common nemipterid and sparid fish. Seasonal colors on the figures are: blue for May 2014, green for August 2014, red for October 2014, and magenta for February 2015

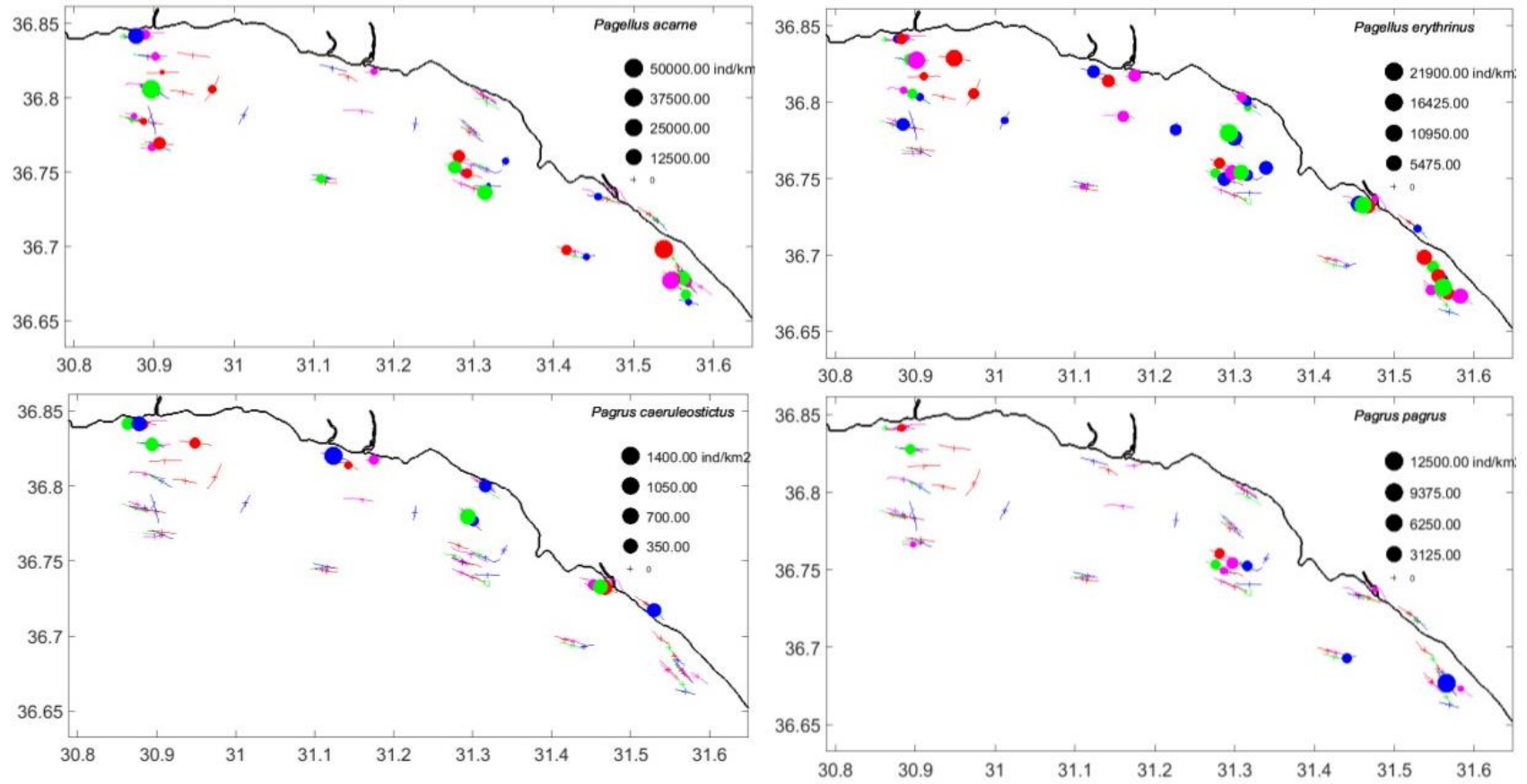
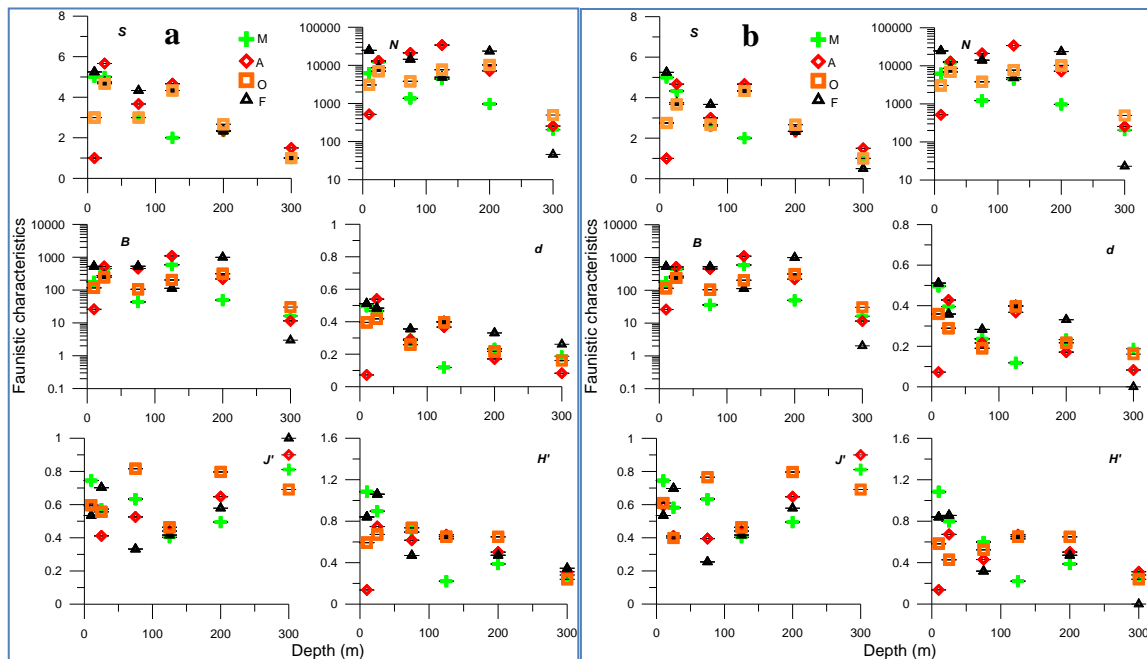


Figure 2. Continued

**Table 2.** Three-way ANOVA results (p value) of the faunistic characteristics of the sparid fish with the nemipterid fish (a), and nested ANOVA between with and without the nemipterid fish (b). Bold p values denote significant difference among the factors at  $P < 0.05$

| Source                          | <i>d.f.</i> | <i>S</i>                   | <i>N</i>     | <i>B</i>                   | <i>d</i>                   | <i>J'</i> | <i>H'</i>    |
|---------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|-----------|--------------|
| <b>a</b>                        |             |                            |              |                            |                            |           |              |
| Region                          | 3           | <b>0.000</b>               | <b>0.022</b> | <b>0.024</b>               | <b>0.004</b>               | 0.761     | 0.664        |
| Season                          | 3           | <b>0.000</b>               | <b>0.036</b> | 0.069                      | <b>0.001</b>               | 0.723     | 0.504        |
| Depth                           | 5           | <b>0.000</b>               | <b>0.003</b> | <b>0.011</b>               | <b>0.000</b>               | 0.613     | 0.133        |
| Region*Season                   | 8           | <b>0.000</b>               | <b>0.024</b> | 0.086                      | <b>0.005</b>               | 0.722     | 0.357        |
| Region*Depth                    | 11          | <b>0.000</b>               | <b>0.013</b> | <b>0.031</b>               | <b>0.002</b>               | 0.864     | 0.327        |
| Season*Depth                    | 15          | <b>0.000</b>               | <b>0.023</b> | 0.084                      | <b>0.002</b>               | 0.829     | 0.286        |
| Region*Season*Depth             | 27          | <b>0.000</b>               | <b>0.031</b> | 0.088                      | <b>0.004</b>               | 0.749     | 0.374        |
| Error                           | 2           |                            |              |                            |                            |           |              |
| Total                           | 74          |                            |              |                            |                            |           |              |
| <b>b</b>                        |             |                            |              |                            |                            |           |              |
| Species                         | 1           | 0.687                      | 0.749        | <b>2.4*10<sup>-5</sup></b> | 0.353                      | 0.767     | 0.786        |
| Region(Species)                 | 5           | 0.314                      | 0.094        | <b>4.6*10<sup>-8</sup></b> | 0.308                      | 0.991     | 0.931        |
| Season(Species)                 | 6           | 0.778                      | <b>0.013</b> | <b>0.014</b>               | 0.406                      | 0.485     | 0.486        |
| Depth(Species)                  | 12          | <b>5.7*10<sup>-9</sup></b> | 0.115        | <b>3.7*10<sup>-5</sup></b> | <b>3.3*10<sup>-7</sup></b> | 0.407     | <b>0.002</b> |
| Region(Species)*Season(Species) | 14          | 0.795                      | 0.309        | 0.383                      | 0.564                      | 0.453     | 0.220        |
| Region(Species)*Depth(Species)  | 21          | <b>0.002</b>               | <b>0.045</b> | <b>1.9*10<sup>-6</sup></b> | 0.076                      | 0.883     | 0.125        |
| Season(Species)*Depth(Species)  | 31          | <b>0.007</b>               | 0.898        | 0.552                      | <b>0.007</b>               | 0.590     | 0.057        |
| Error                           | 67          |                            |              |                            |                            |           |              |
| Total                           | 157         |                            |              |                            |                            |           |              |



**Figure 3.** Seasonal distribution (M; May, A; August, O; October and F; February) of the average number of species (*S*), abundance (*N*, ind.km<sup>-2</sup>), biomass (*B*, kg.km<sup>-2</sup>), species richness (*d*), evenness (*J'*) and Shannon-Weiner (*H'*) indices on average based on the sparid fish with (a) and without (b) nemipterid fish along the bottom depth gradient

**Table 3.** Pearson product moment correlation among the abundance (black values), and biomass (red) between the common fish species (see Table A1 for the species abbreviations) subjected in the present study. Bold correlation coefficients denote significance in the correlations at  $P < 0.05$ .

|              | <i>N ran</i>  | <i>B bop</i>  | <i>D mac</i>  | <i>D mar</i>  | <i>D ann</i>  | <i>L mor</i>  | <i>P aca</i>  | <i>P ery</i>  | <i>P cae</i>  | <i>P pag</i> |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| <i>N ran</i> |               | 0.080         | -0.097        | -0.111        | -0.057        | -0.053        | 0.016         | <b>0.250</b>  | 0.020         | -0.063       |
| <i>B bop</i> | <b>-0.024</b> |               | -0.054        | 0.128         | 0.072         | -0.009        | 0.062         | 0.087         | -0.110        | -0.003       |
| <i>D mac</i> | <b>-0.100</b> | <b>-0.059</b> |               | -0.044        | -0.031        | -0.056        | -0.048        | -0.013        | -0.058        | -0.026       |
| <i>D mar</i> | <b>-0.111</b> | <b>0.106</b>  | <b>-0.051</b> |               | -0.036        | -0.064        | 0.164         | <b>0.386</b>  | -0.067        | -0.025       |
| <i>D ann</i> | <b>-0.047</b> | <b>0.120</b>  | <b>-0.040</b> | <b>-0.044</b> |               | <b>0.267</b>  | -0.035        | 0.038         | 0.016         | -0.021       |
| <i>L mor</i> | <b>-0.036</b> | <b>0.002</b>  | <b>-0.062</b> | <b>-0.069</b> | <b>0.250</b>  |               | 0.001         | 0.156         | 0.110         | -0.037       |
| <i>P aca</i> | <b>0.073</b>  | <b>0.057</b>  | <b>-0.042</b> | <b>0.200</b>  | <b>-0.036</b> | <b>-0.045</b> |               | 0.015         | -0.041        | -0.032       |
| <i>P ery</i> | <b>0.227</b>  | <b>0.129</b>  | <b>0.024</b>  | <b>0.365</b>  | <b>0.031</b>  | <b>0.090</b>  | <b>0.090</b>  |               | 0.220         | -0.030       |
| <i>P cae</i> | <b>0.161</b>  | <b>-0.130</b> | <b>-0.074</b> | <b>-0.082</b> | <b>0.076</b>  | <b>-0.064</b> | <b>-0.064</b> | <b>0.344</b>  |               | -0.037       |
| <i>P pag</i> | <b>-0.055</b> | <b>-0.015</b> | <b>-0.025</b> | <b>-0.027</b> | <b>-0.022</b> | <b>-0.023</b> | <b>-0.023</b> | <b>-0.018</b> | <b>-0.040</b> |              |

### Community assemblage and ecology

Overall, there were no significant correlations in abundance, and biomass between the species with few exceptions which showed positive correlations (Table 3). *N. randalli* was correlated in both abundance and biomass with *P. erythrinus* which was correlated with *D. maroccanus*. Abundance and biomass of *D. annularis* increased significantly with that of *L. mormyrus* (Table 3). However, there was correlation in abundance and biomass between rare species.

Unlike the groups clustered in Fig. 4c, three-way PerMANOVA showed that the fish assemblages based on their abundance at the samples were not significantly different among the ungrouped regions, seasons, and bottom depths, and their factorial interactions at  $p < 0.05$ . The fish fauna was configured depending on groups of the bottom depths in the nMDS, regardless of regions and seasons (Fig. 4a). A similarity truncation of 37.5% at the cluster analysis discriminated three different and explicit faunal assemblages depending on the bottom depths; the shallow waters (S; 10-25 m), intermediate waters (I; 75-125 m) and the deep waters (D; 200-300 m) (Fig. 4c). All these groups were significantly different in the fish fauna (Table 4a), and their pairwise as well (Table 4b). Contributor species at S were *L. mormyrus* and *P. erythrinus*, *P. erythrinus* at I, and *D. maroccanus* and *P. acarne* at D (Table 5).

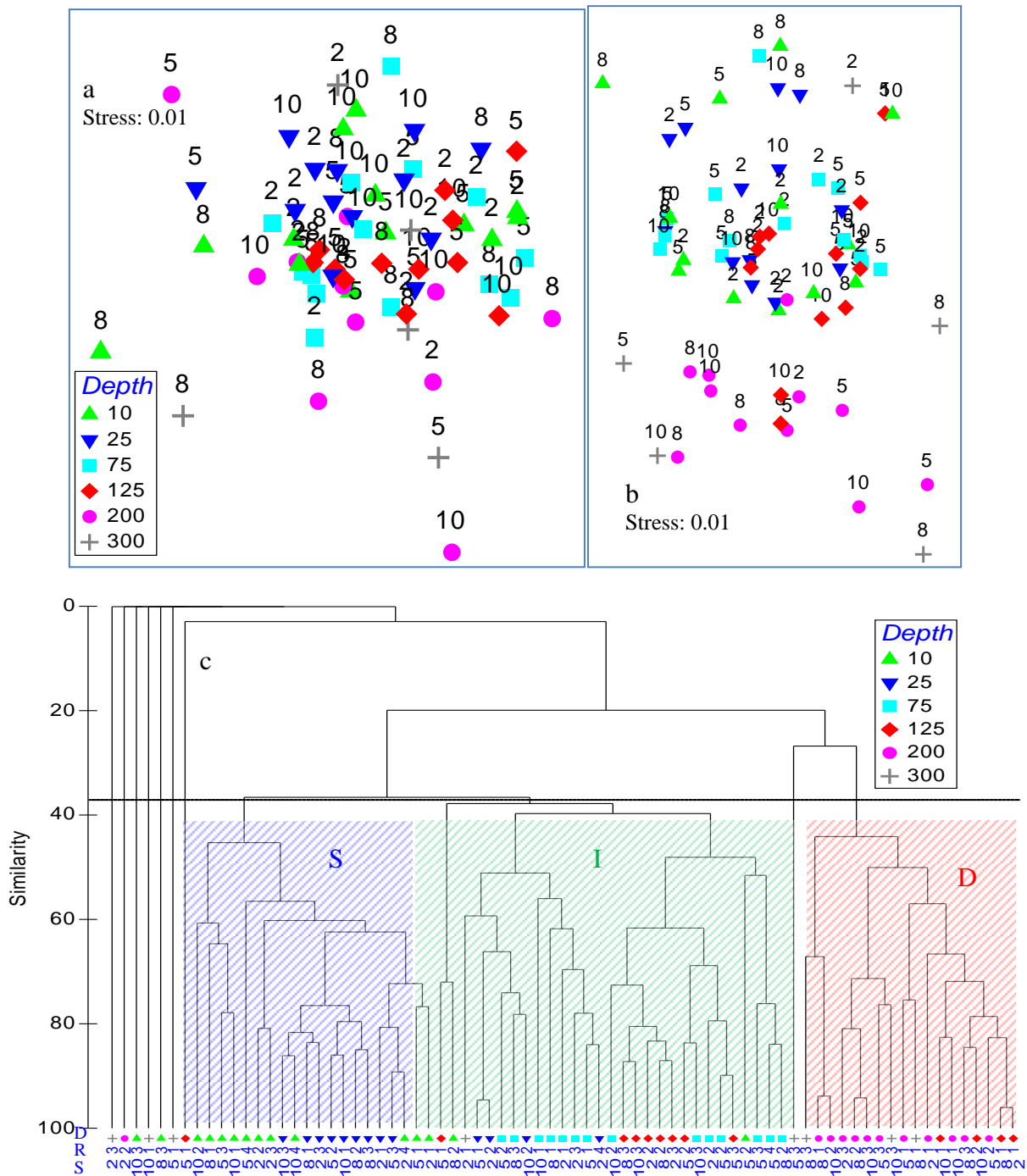
The discriminator species were *L. mormyrus* (abundantly found at S) between S and I, *L. mormyrus* (at S), *P. erythrinus* (at S), *D. maroccanus* (at D), *D. annularis* (at S), *P. acarne* (at D), *P. caeruleostictus* (at S) and *B. boops* (at S and D) between S and D, and *P. erythrinus* (at I), *D. maroccanus* (at D), *P. acarne* (at I and more at D), and *B. boops* (at I and D) between I and D. The rare species were discriminated from the other species

(Fig. 4d). A transition depth fish group occurred being contributed mostly by a single species, *D. macrophthalmus* abundantly found at 75 m (Fig. 4c, d). *N. randalli* co-existed with *B. boops* and *P. erythrinus* and was then linked with the shallow water fish (Table 4c). The nMDS of the sparid fish without the nemipterid fish showed the depthwise distribution was unassembled and there was not clear fish assemblages along the depth gradient (Fig. 4b) unlike the nMDS with nemipterid fish (Fig. 4a). *P. pagrus* only was replaced with the nemipterid fish when eliminating the nemipterid fish in the porgies assemblage.

However, the cluster based on biomass of the species showed two different depth groups for the faunal assemblages at a truncation of 18.5% similarity level; shallow, S constituting of two subentities (S1 mostly at 75 m and S2 at 10-25 m) and deep waters, D (mostly at 125-200 m) (Fig. 4e). More than half of total similarity at S was contributed by *P. erythrinus* whilst only three species (*B. boops*, *D. maroccanus* and *P. acarne*) were the contributor species accounting for 93% of the total similarity at the D. All four species were, at the same time, the discriminator species between S and D.

The nemipterid and sparid species-environment relation was highly correlated for their biomass and abundance data (Table A2, Figs. 5a-b). On CCA1 axis, the species biomass-environment relation was explained with a percent variance of 33.2% constituting mainly of the bottom depth, bottom type having positive correlation, and the finest sized bioseston having negative correlation (Table A2, Fig. 5b), and secondarily with water clarity and salinity positively correlated with CCA1, and water primary productivity negatively correlated with CCA1 (Fig. 5b). On CCA2, the suspended matter explained this relation with a cumulative variance of 45.6%, which was attributed mainly to correlation with the finest-sized seston and its fractions; tripton and bioseston.





**Figure 4.** Non-parametric Multidimensional Scaling, nMDS (a and b) of  $\log_{10}$ -transformed abundances of sparid species with (a) and without the nemipterid (b), and cluster analyses (c-e) among the samples (sampling stations) truncated at a similarity of 37%, and classified by bottom depths and seasons (2: February, 5; May, 8; August, and 10; October) (a-b), and by bottom depth, regions, and seasons, respectively (c), among the fish species (d), and of  $\log_{10}$ -transformed biomasses among the samples, truncated at 15% (sampling stations classified by bottom depths and regions) (e).

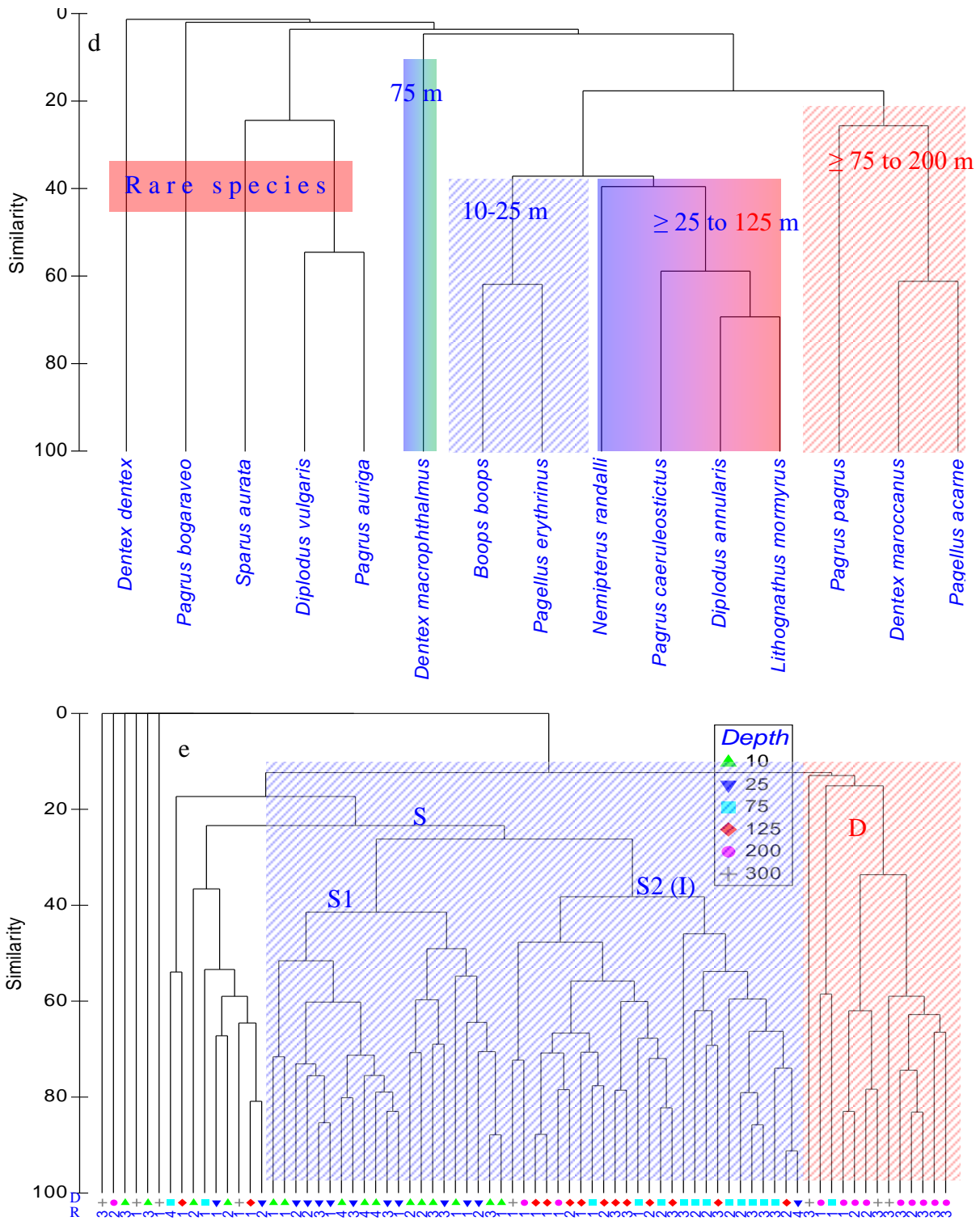


Figure 4. Continued

As an indication of the habitat, the bottom type was correlated with the two components on CCA 1-2 (Table A2, Fig. 5b). The species-environmental relation, and fish assemblages discrimination was significantly proofed with the Monte Carlo test ( $F = 9.9, P = 0.002$  for the CCA1, and  $F = 1.8, P = 0.002$  on all CCA for the biomass data) at  $P < 0.05$ . However, the CCA solved without the nemipterid species was found to be very similar in configuration on species-environment relation to that with the nemipterid species (Fig. 5a, c).

Applied abundance data subjected to the CCA showed very similar configuration to that of the biomass data for the species-environment relation (Fig. 5a). The shallow water fish species which was correlated with the water primary and secondary productivity were discriminated from the deep water fish species correlated with the depth-related variables; Secchi disk depth and bottom type. This discrimination was more pronounced for the abundance data as compared to the biomass data (Table A2, Fig. 5a-b). *P. erythrinus* was co-configured with *N. randalli* on the CCA, and both correlated the total suspended mater and salinity in the near-bottom water. The species-environmental relation, and fish assemblages discrimination was significantly proofed with the Monte Carlo test ( $F = 10.2, P = 0.002$ , and  $F = 1.6, P = 0.002$  for the abundance data) at  $P < 0.05$ . Like the abundance data, The CCA without the nemipterid species did not change as compared to that with the nemipterid species (Fig. 5b, d).

The fish species-megabenthic fauna relation was significantly correlated for their abundance data at  $P < 0.05$ , but was lowly correlated in relative to the fish

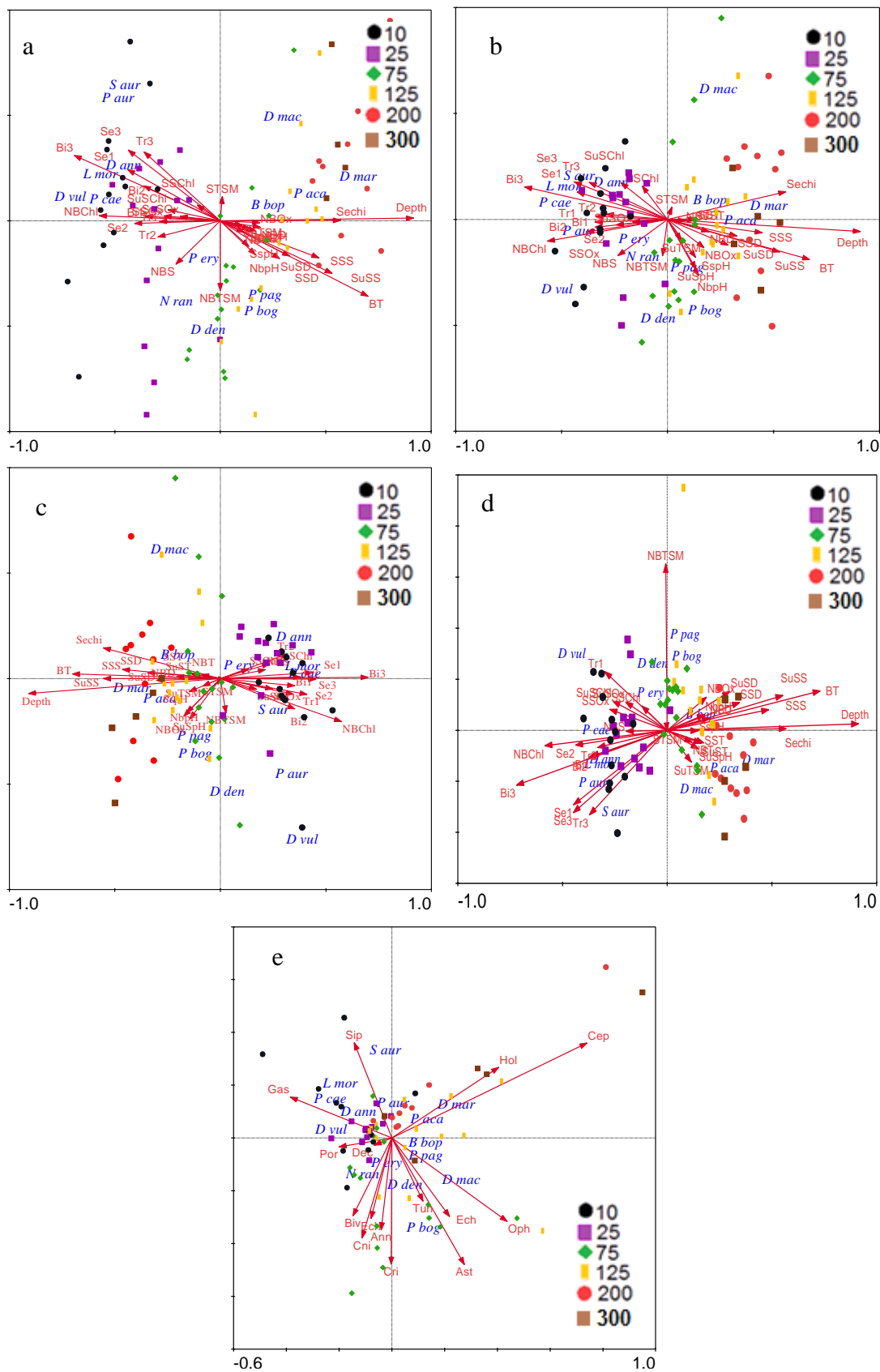
species-environment relation (Fig. 5 a, e). Some of the shallow water species were positively correlated mainly with class species of gastropods while the deep fish species was correlated with cephalopods and holoturids on CCA1 (Table A2, Fig. 5e). *N. randalli* and *P. erythrinus* were positively correlated with cnidarians, bivalves and annelids, and *D. macrophthalmus* and *Pagrus bogaraveo* was correlated with the class of the echinoderms on CCA2 (Table A2, Fig. 5e). However, the species-megabenthic fauna relation, and fish assemblage discrimination was not significantly proofed with the Monte Carlo test ( $F = 4.8, p = 0.248$ , and  $F = 1.2, P = 0.262$  for the abundance data) at  $P < 0.05$ .

**Table 4.** One-way PerMANOVA test to test the difference in the fish assemblages among the truncated groups in Fig. 4c, and post-hoc test between each pair of the groups and their  $P$  values  $p(MC)$  of Monte Carlo test

| a, Source        | df     | SS                  | MS     | F     | p     | p(MC) |
|------------------|--------|---------------------|--------|-------|-------|-------|
| Truncated groups | 2      | 74403               | 37201  | 29.78 | 0.001 | 0.001 |
| Res              | 64     | 79948               | 1249.2 |       |       |       |
| Total            | 66     | 1.5*10 <sup>5</sup> |        |       |       |       |
| b, Groups        | t      | p                   | p(MC)  |       |       |       |
| S vs I           | 4.3262 | 0.001               | 0.001  |       |       |       |
| S vs D           | 7.2105 | 0.001               | 0.001  |       |       |       |
| I vs D           | 5.3592 | 0.001               | 0.001  |       |       |       |

**Table 5.** Contributor species, \* within each season, determined from analyze of a similarity of percentages, SIMPER. (Avg. Sim.: Average similarity at each month, Avg. Abn: Average log<sub>10</sub>-abundance, Avg. Sim; average similarity, Sim/SD; correction term; Cum%; percent cumulative contribution of the similarities, and SD; standard deviation of the similarity)

| S, 59.18                       | Av.Ab | Av.Sim | Sim/SD | Cum%  |
|--------------------------------|-------|--------|--------|-------|
| <i>Lithognathus mormyrus</i> * | 6.01  | 16.91  | 2.08   | 28.58 |
| <i>Pagellus erythrinus</i> *   | 6.54  | 16.69  | 2.29   | 56.78 |
| <i>Diplodus annularis</i>      | 4.92  | 8.30   | 1.03   | 70.79 |
| <i>Pagrus caeruleostictus</i>  | 3.75  | 8.04   | 0.98   | 84.39 |
| <i>Boops boops</i>             | 3.76  | 5.97   | 0.87   | 94.48 |
| I, 49.35                       |       |        |        |       |
| <i>Pagellus erythrinus</i> *   | 5.93  | 25.92  | 2.19   | 54.34 |
| <i>Boops boops</i>             | 5.03  | 13.08  | 0.98   | 81.76 |
| <i>Nemipterus randalli</i>     | 2.11  | 4.48   | 0.43   | 91.16 |
| D, 55.85                       |       |        |        |       |
| <i>Dentex maroccanus</i> *     | 5.27  | 23.93  | 1.43   | 42.84 |
| <i>Pagellus acarne</i> *       | 4.70  | 18.10  | 1.28   | 75.24 |
| <i>Boops boops</i>             | 4.04  | 13.66  | 0.84   | 99.69 |



**Figure 5.** Triplot of Canonical Correspondence Analyses (CCA) of the fishes' log<sub>10</sub>-transformed abundance (a, c), and biomass (b, d) with/without the nemipterid species, respectively at the trawls classified by the bottom depth with the environmental parameters and megafaunal abundance (e) (see Table A1 for the abbreviations of the fish species, and Table A2 for the environmental parameters, and the megafaunal species abbreviations)

The Generalized Additive Model (GAM) showed that abundance of *N. randalli* was negatively affected with that of *P. erythrinus* and *D. maroccanus*, and slight-positively by that of *L. mormyrus* based on abundance and  $\log_{10}$ -transformed abundance (Fig. 6a, b). The biomass of *N. randalli* was influenced by different sparid species as compared with the abundance (Fig. 6). *N. randalli* was positively affected first by that of *P. caeruleostictus*, and negatively followed by *P. erythrinus*, *D. annularis* and *D. macrophthalmus* (Fig. 6a). The  $\log_{10}$ -transformed biomass of *N. randalli* was, however, highly affected negatively with that of *D. maroccanus* (Fig. 6b). Therefore, the different predicted species suggested that catch (biomass) of *N. randalli* seemed to be relatively balanced with catch of small/middle-sized sparid species in numerous (such as *P. erythrinus* and *D. macrophthalmus*) or middle-sized sparid species in less numerous (such as *P. pagrus* for biomass/abundance of *N. randalli*, Fig. 6e, and *P. pagrus* and *L. mormyrus* for biomass of *N. randalli*) as compared to that of small-sized sparid species or *vice versa* along the seafloor depth gradient (Table 1, Fig. 6e).

As a consequence of all statistical evaluation, the nemipterid, *N. randalli* played crucial role as a barrier like a customs office in limiting the sparid fish distributions of the shallower and deeper shelf waters in space. The *N. randalli* which did not strongly influence the distribution of the shallowest- and deepest-shelf sparids (positive effects on GAM) seemed to balance the sparid density (abundance and biomass) on the intermediate waters. Therefore, *N. randalli* controlled the distribution the sparid fish (negative effects on GAM) at the shallower and greater depths of locations which inhabited nearby *N. randalli*. Therefore, there was no significant correlation between the sparid and nemipterid fish excluding a correlation in low value with *P. erythrinus*, and unlike the GLM (Generalized Linear Model) the GAM which did not show linearity showed strong influence. Besides, the CCA showed low scores for *N. randalli* and *P. erythrinus* located around centre of the corresponding plot in correlation with the environmental variables.

## Discussion

The sparid fish are of paramount importance for the ecosystem and commercial value in the Mediterranean Sea. Similar to the present study, the second most frequent family was the Sparidae represented by eight species (*B. boops*, *Dentex dentex*, *D. annularis*, *Diplodus vulgaris*, *P. acarne*, *P. erythrinus*, *P. pagrus* and *Spondyllosoma cantharus*) in the Balearic Islands (Cerdà et al. 2010) and the Egyptian waters (Akel, 2020). The 10 most dominant fish family was found to be sparid fish (*B. boops*, and *P. pagrus*) comprising 46% of the total biomass, and the second abundant family constituting of 31% of the total abundance in the waters of Rhodes Island (Kalogirou et al. 2010).

The nemipterid fish, *N. randalli* was common comprising of 8-30% of the total abundance in the eastern Mediterranean Sea, particularly east of the Levant Sea

(Keskin et al. 2011b; Yemişken et al. 2014; Özvarol 2016a; Gilaad et al. 2017; Ragheb et al. 2019; Akel 2020). The nemipterid species was overall determined in association with the sparid fish, especially *P. erythrinus*, and was related to their trophic linkage (Stern et al. 2014; Yemişken et al. 2014; Gilaad et al. 2017; Rijn et al. 2020; Taylan and Yapıcı 2021).

## Spatiotemporal distribution

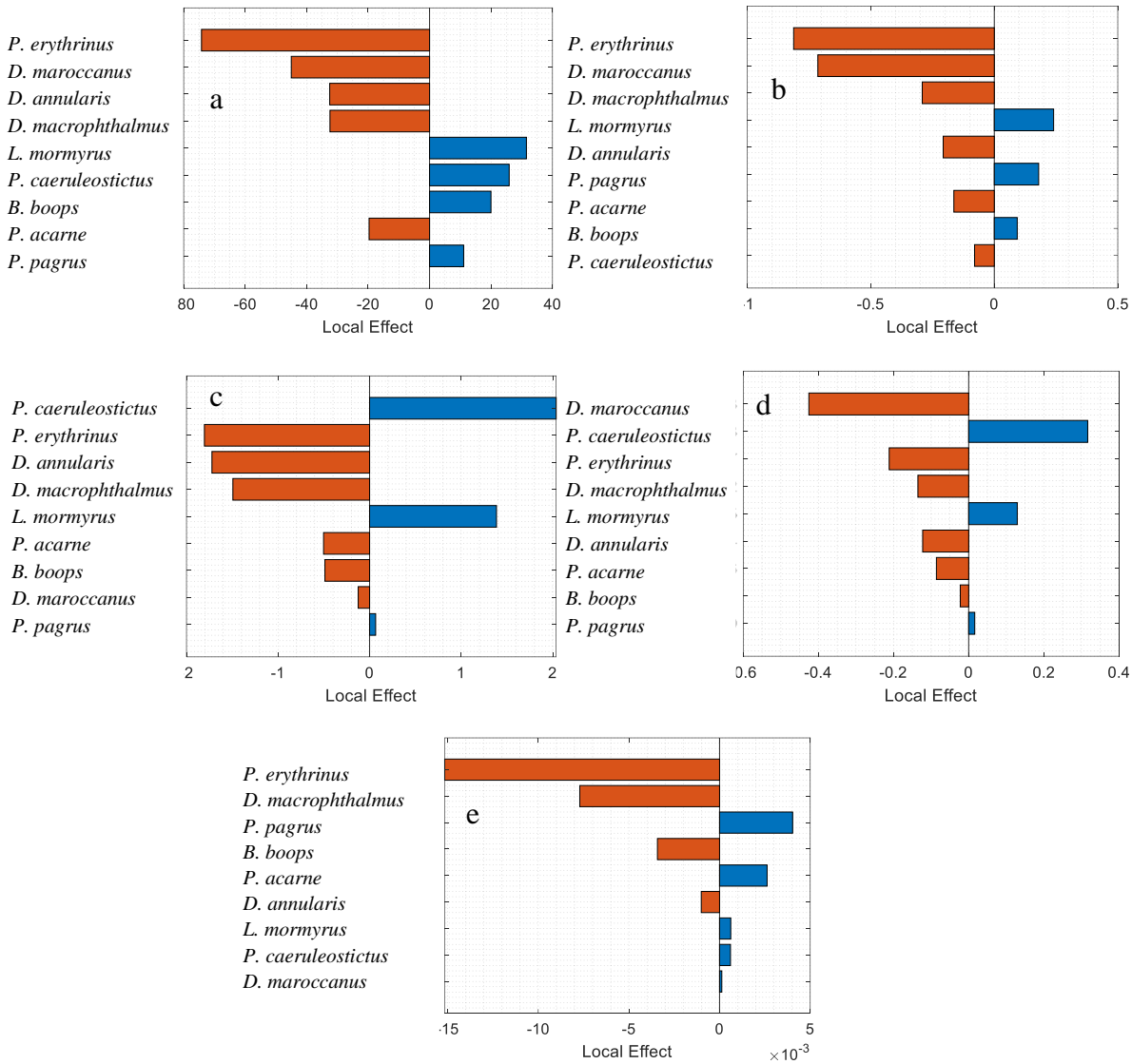
There were numerous NIS fish present in the lower shelf of the study area, but of the few NIS found at greater depth *N. randalli* inhabited a specific range of the bottom depth (de Meo et al. 2018). The spatiotemporal distribution of the fish varied among species depending on habitat-species heterogeneity during spawning and nursery (Lin et al. 2021). The sparid fish were unavoidable target species for small-scale fishery which was very effective for changing spatiotemporal distribution of the sparid fish (Tzanatos et al. 2005; Coll et al. 2007; Venturini et al. 2019).

Additionally, in the present study, the MPA, vegetated and unvegetated bottoms, and bottom types (hard and soft bottoms) changed fish spatiotemporal distribution similar to those reported by others (Arechavala-López et al. 2008; Seytre and Francour 2008; Giakoumi and Kokkoris 2013; Félix-Hackradt et al. 2018; Karachle et al. 2020).

## Abundance and biomass

Abundance and biomass are important parameters to play a crucial role in the harmonization of their interaction in time and space. The density (abundance and biomass) did not show a seasonal difference, but showed regional and depth wise differences. Bottom depth and biological migration in space is one of the factors changing their spatiotemporal distribution as stated in some studies (e.g. Kallianiotis et al. 2000; Taylan and Yapıcı 2021).

Similar seasonal results were estimated previously in different regions of the Mediterranean Sea, particularly in Greek waters (Kalogirou et al. 2010, 2012). The sparid and nemipterid fish were inherently observed for peaks of their density specifically ascertained for seasons or months as reported in other studies conducted in the Mediterranean Sea. The density was maximized in different seasons depending on the habitats. In *P. oceanica* beds, abundance of *B. boops* which was composed mainly of small individuals in August increased from May through August-December to February. *P. pagrus* had a tendency with abundance increasing from February to August when smaller individuals predominated, followed by a decrease in December (Kalogirou et al. 2010). In the Egyptian Mediterranean waters (part of the Levant Sea), the nemipterid fish was among (8% in abundance and biomass peaked in spring) the abundantly caught fish species (Akel 2020). The nemipterid fish had a dominance value of 29% in the Turkish waters of the Levant Sea (Keskin et al. 2011b).



**Figure 6.** The GAM solution to estimate the effect of the predicted variables (dominant sparid fish) to the response variable (the nemipterid fish) for seasonally pooled data of the abundance (a) and  $\log_{10}$ -transformed abundance (b), biomass (c) and  $\log_{10}$ -transformed biomass (d), and biomass/abundance as a function of the fish size (e).

One of the factors changing their spatiotemporal distribution was the fishery considered for the present study area. Small scale fishery performed especially by fish nets and bottom longlines affected the large-sized sparid species, and the efficiency was very high in summer, and low in winter (Bousquet et al. 2022), and in Greek waters (Tzanatos et al. 2005). The present study area was influenced by small scale fishery year around and by the sportive fishery in the summer when domestic and foreign tourism was highly active. Large scale fishery conducted by the bottom trawls was low in the study area which was visited by around 16 trawl boats a year. The fishing was concentrated in the area between the two-mile border (25 m isobaths) and the isobaths of 200 m, and only in the fishing zone (Fig. 1). A specific fishing effort of 2.6 h/d/boat (a total of 9310 h) was performed during the fishing period. Monthly effort of the total boats varied

between 3.5 (December) - 5.8 (October) h/d and 119.7 (January) - 134.7 h/d (November) (Mutlu et al. 2022a), and was rather low as compared to the other Turkish marine regions (Gücü and Bingel 2022).

The MPAs affected the sparid distribution. The most representative family was Sparidae followed by Labridae, with 13 and 12 species respectively in MPA, but there were difference in the biomass between *P. oceanica* (low biomass) and rocky substrate (high biomass) (Tuya et al, 2014). Most of the sparid fish were classified as benthic-transient, but *Boops boops*, and *Diplodus annularis* as benthic-resident in the seagrass as occurred in the Gran Canary Islands (Tuya et al. 2014). In *P. oceanica* and rocky substrates as a function of MPA which affected occurrence and the density of the sparid species (Lizaso et al. 2000), *P. acarne* and *P. pagrus* were not observed

(Forcada et al. 2008). High abundance of the demersal fish having low biomass occurred in MPA areas because of dominance of small-sized fish (Félix-Hackradt et al. 2018). Sandy shorelines were abundantly dominated by sparids, mainly *Sparus aurata*, *L. mormyrus*, and *P. acarne* in the Ebro River delta (Gordoa 2009). As these species present different ecologies (Domanevskaya and Patokina 1984; Mariani et al. 2002; Pita et al. 2002) they may be descriptors of different types of soft bottoms. Such heterogeneity in the bottom types and specific area suggested better understanding their interaction and distribution in space and time. For instance, an overall significant decrease in total fish biomass and biomass were observed on *P. oceanica* and rocky substrates as MPA, but the distribution varied between size groups of the fish; biomass of larger size groups was higher in high than low protection area as contrasted to the smallest size groups (Arechavala-López et al. 2008). Nevertheless, fish biomass, abundance and species richness was low outside MPA, and inside MPA vegetated with *P. oceanica* (Seytre and Francour 2008). Faunistic characters had low values on sand, followed by seagrass compared to the rocks and boulders (Giakoumi and Kokkoris 2013). Their diet-substratum relation induced the spatiotemporal distribution in the northeastern Atlantic and Mediterranean (Hanel and Sturmbauer 2000).

#### Faunistic characteristics in the interaction

The faunistic characters of the sparid fish with and without the nemipterid fish, *N. randalli* which was recorded for the first time for the Turkish waters (Iskenderun Bay) in July 2007 (Bilecenoglu and Russell 2008), and for the Antalya Gulf in February 2008 (Gökoglu et al. 2009), were assessed depending on the factors as discussed for their densities. Seasonal faunistic characters of the porgies without *N. randalli* were highly unstable as compared to that with *N. randalli* across the seafloor depth. Alien species such as *N. randalli*, were claimed to stabilize local fisheries catch in a highly invaded ecosystem (Stern et al. 2014; Rijn et al. 2020). Alien species may be a valuable resource for marine fisheries, yet their contribution to the catch might be balanced by negative effects on indigenous species (Rijn et al. 2020). The time-series data captured the establishment of the relatively new arrival *N. randalli* (Stern et al. 2014) for which habitat selection and trophic properties were found to be very similar to those of the indigenous breams (Chessa et al. 2005; Gurlek et al. 2010). Catch per unit effort, CPUE of *N. randalli* increased rapidly, while other ecologically comparable species from the family Sparidae showed generally stable catches (Raitsos et al. 2010). This striking ability of alien Lessepsian species to rapidly increase in population size, even when being commercially exploited, might be related to their pre-adaptation to warm climate conditions such as those occurring in the eastern Mediterranean (Raitsos et al. 2010). Furthermore, tropical fish generally grow faster (Henderson, 2005), which may lead to a higher percentage of individuals reaching maturity (Shapiro et al. 2019) under the same fishing regime compared with species from a temperate origin

(Yemişken et al. 2014; Stern et al. 2014; Rijn et al. 2020; Taylan and Yapıcı 2021). Besides, total biomass, fish abundance and species richness was low outside MPA, and inside MPA vegetated with *P. oceanica* (Seytre and Francour 2008). Faunistic characters of the fish varied with the bottom types and substrata, the characters had low values on sand, followed by seagrass compared to the rocks and boulders, i.e. *B. boops* and *Diplodus* spp tended to occur in soft bottoms and seagrass (Giakoumi and Kokkoris 2013).

#### Community assemblage and ecology in the interaction

Life style and habitat of the sparid fishes were recognized depending on main food type in the Northeastern Atlantic and the Mediterranean (Hanel and Sturmbauer 2000). Porgies were ecologically distributed along the depth gradient similar to that in the northwestern Mediterranean shelf as follows; 12-47 m, 62-123/131 m, and 131-195/218 m. Of the sparid fish *D. annularis* and *P. erythrinus* only contributed to a total similarity only at the shallowest waters (Biagi et al. 2002). This distribution varied between data of abundance and biomass (de Meo et al. 2018), was specific to autoecology of the fish at family level (Mutlu et al. 2021; 2022a, b, c), and depended on zonal occurrence of their diets (Hanel and Sturmbauer 2000; Karachle and Stergiou 2008; Taylan and Yapıcı 2021).

In the present study, regular depth wise zonal distribution of porgies was well organized on the shelf as *N. randalli* was involved to the porgies community. *N. randalli* seemed to fill the gap of empty zonal niche occurred in the present study area. Such ordination could be attributed to mouth morphology specific to their diet between alien and indigenous fish, as reported in earlier studies (Linde et al. 2004; Gilaad et al. 2017; Rijn et al. 2020; Taylan and Yapıcı 2021). For instance, the aliens *Jaydia smithii* and the two natives *B. boops* and *Caranx rhonchus*, which feed mainly on amphipods, overlapped by 50–70%, and in another instance, the diets of three native sparids *P. erythrinus*, *L. mormyrus* and *P. caeruleostictus* and the alien *N. randalli*, overlapped by 40–60% (Stern et al. 2014; Gilaad et al. 2017; Rijn et al. 2020; Taylan and Yapıcı 2021), similar to the GAM solution estimated in the present study. Porgies congeneric species were related to mouth and oral morphometry and diet (Day 2002; Linde et al. 2004) as clustered for their abundance in the present study. The phylogeny supports multiple independent origins of trophic types and it is suggested that the evolutionary plasticity of the oral teeth of sparids has been fundamental to the adaptive radiation of this family compared to their closest allies including Nemipteridae (Day 2002).

As a function of trophic group, most of porgies and the nemipterid fish were categorized as omnivore with a preference for animal material, but *P. pagrus* and *P. bogaraveo* were carnivore with a preference for decapods and fish (Karachle and Stergiou 2017). Of the sparid fish, *P. pagrus*, *P. erythrinus* and *D. vulgaris* were assembled

on diet composition (main food was Polychaeta). Excluded *P. acarne* (crustaceans), the rest (fishes) of sparid fish were clustered together (Karachle and Stergiou 2008).

Furthermore, their diet-substratum relation induced the fish assemblage in Northeastern Atlantic and Mediterranean (Hanel and Sturmbauer 2000). *N. randalli* whose habitat selection and trophic properties were found to be very similar to those of the indigenous breams (Chessa et al. 2005; Gurlek et al. 2010; Raitzos et al. 2010) stabilized local fisheries catch in a highly invaded ecosystem (Stern et al. 2014; Rijn et al. 2020). The present study area included MPA (R3) and nonMPA (R1-R2) areas, and hard bottoms vegetated by *P. oceanica* (Fig. 1) and soft bottoms vegetated by *Caulerpa prolifera* and *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* overspreading the coastal waters abundantly between regions of R4 and R2, extending to R3 (Mutlu et al. 2022d). Habitat structure can drive a large part of spatial variability in the distribution and abundance of organisms, either reinforcing or buffering the effects of management measures, especially when fishing effects are relatively slight or when species abundance is assessed at a small spatial scale (de Meo et al. 2018). The qualitative and quantitative faunistic characters were low outside MPA, and inside MPA vegetated with *P. oceanica* (Seytre and Francour 2008), and had low values on sand, followed by seagrass compared to the rocks and boulders, i.e. *B. boops* and *Diplodus* spp tended to occur in soft bottoms and seagrass (Giakoumi and Kokkoris 2013). Some sparid species were attracted by *Caulerpa taxifolia* in Ligurian waters (Relini et al. 2000).

## Conclusion

The porgies were ecologically spanned by the alien nemipterid fish species in space. There were no seasonal significant differences in densities of the sparid fish with or without the alien nemipterid fish. However, the seasonal faunistic characters of porgies were highly variable without the alien. There were differences in the densities by the bottom depths, the regions, and soft and hard bottoms vegetated by *Caulerpa* spp and meadow, respectively. The nemipterid alien fish was strongly interacted with two porgies. Unlike sparid assemblages including alien nemipterid fish, depthwise sparid community was unassembled when excluding the alien. Ecologically, fish assemblages and faunistic characters of the sparid fish were highly variable when excluding the nemipterid fish as highlighted with the following main conclusions; seasonal variation occurred, the depthwise community assemblages were broken, the nemipterid fish seemed to balance the sparid catch attributed to the biomass-abundance equilibrium in the ecosystem of the food chain or vice versa as management in their fisheries in trophically sensitive gulf (ultra-oligotrophic) of the eastern Mediterranean Sea, and the alien seemed to stabilize catch of indigenous porgies.

## Acknowledgements

The present study was funded by the Scientific Research Coordination Unit of Akdeniz University, within framework of a project, Project no: 2014.01.0111.001, principally coordinated by Erhan Mutlu. This study was a part of Ilaria de Meo's MSc thesis co-supervised by Erhan Mutlu and Claudia Miglietta's MSc thesis co-supervised by M. Cengiz Deval. We thank Ahmet Şahin, M. Tunca Olguner and Cansu Olguner, and crew of "R/V Akdeniz Su" for their helps on board. We thank two anonymous reviewers for their constructive comments, and suggestion to improve the manuscript.

## Conflict of Interest

On behalf of all authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

## Author Contributions

Erhan Mutlu: Onboard works, Project administration, Supervision, Software, Data analyzes, Writing, Funding acquisition. Ilaria de Meo: Onboard works, Laboratorial works, Measurements, Data entry. Claudia Miglietta: Onboard works, Laboratorial works, Measurements, Data entry. Mehmet Cengiz Deval: Onboard works, Laboratorial works, Measurements, Data entry.

## Ethics Approval

The authors declare that all applicable guidelines for sampling, care and experimental use of animals in the study have been followed in compliance with ethical standards approved by the Akdeniz University (Protocol no: 2013.12.03).

## References

- Akel EISHKh (2020) Fisheries status of the trawlers by-catch from Alexandria, Egypt. *Egyptian J Aquat Biol Fish* 24(2):83–106. <http://dx.doi.org/10.21608/ejabf.2020.78754>
- Araújo FG, de Azevedo MC, de Araújo SM, Pessanha ALM, Gomes ID, da Cruz-Filho AG (2002) Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. *Estuaries* 25:441–450. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02695986>
- Arechavala-López P, Bayle-Sempere JT, Sánchez-Jerez P, Valle C, Forcada A, Fernández-Jover D, Ojeda-Martínez C, Vázquez-Luis M, Luna-Pérez B (2008) Biodiversity and structure of rocky reef fish assemblages in the Sierra Helada Natural Park (South-western Mediterranean Sea). *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 6:232–254.
- Biagi F, Sartor P, Ardizzone GD, Belcarì P, Belluscio A, Serena F (2002) Analysis of demersal assemblages off Tuscany and Latium coasts (north-western Mediterranean). *Sci Mar* 66:233–242. <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.2002.66s2233>



- Bilecenoğlu M, Kaya M, Cihangir B, Çiçek E (2014) An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turk J Zool* 38:901–929.  
<http://dx.doi.org/10.3906/zoo-1405-60>
- Bilecenoğlu M, Russell BC (2008) Record of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 (Nemipteridae) from Iskenderun Bay, Turkey. *Cybium* 32(3):279-280.
- Bousquet C, Bouet M, Patrissi M, Cesari F, Lanfranchi J-B, Susini S, Massey J-L, Aiello A, Culioli J-M, Marengo M, Lejeune P, Dijoux J, Duchaud C, Santoni M-C, Durieux EDH (2022) Assessment of catch composition, production and fishing effort of small-scale fisheries: The case study of Corsica Island (Mediterranean Sea). *Ocean Coastal Manag* 218:105998.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105998>
- Cerdà M, Alós J, Palmer M, Grau AM, Riera F (2010) Managing recreational fisheries through gear restrictions: The case of limiting hook size in the recreational fishery from the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Fish Res* 101:146–155.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2009.09.016>
- Chessa LA, Lanera P, Pais A, Plastina N, Scardi M, Serra S, et al. (2005). Observations on feeding habitus of *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in the Calich Lagoon (north western Sardinia). *Biol Mar Medit* 12(1):492–495.
- Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, Kaschner K, Ben Rais Lasram F, Nike Bianchi C, Corbera J, Dailianis T, Danovaro R, Estrada M, Froggia C, Galil BS, Gasol JM, Gertwagen R, Gil J, Guilhaumon F, Kesner-Reyes K, Kitsos MS, Koukouras A, Lampadariou N, Laxamana E, Lopez-Fe de la Cuadra CM, Lotze HK, Martin D, Mouillot D, Oro D, Raicevich S, Rius-Barile J, Saiz-Salinas JJ, San Vicente C, Somot S, Templado J, Turon X, Vafidis D, Villanueva R, Voultziadou E (2010) The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS One* 5(8):e11842.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>.
- Coll M, Santojanni A, Palomera I, Tudela S, Arneri E (2007) An ecological model of the Northern and Central Adriatic Sea: Analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *J Mar Syst* 67:119–154.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2006.10.002>
- Cuttelod A, García N, Malak DA, Temple HJ, Katariya V (2009) The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. *Wildlife in a Changing World—an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species* 89:1-2.
- Day JJ (2002) Phylogenetic relationships of the Sparidae (Teleostei: Percoidae) and implications for convergent trophic evolution. *Biol J Linnean Soc* 76:269-301.  
<https://doi.org/10.1111/J.1095-8312.2002.TB02088.X>
- de Meo I, Miglietta C, Mutlu E, Deval MC, Balaban C, Olguner TM (2018) Ecological distribution of demersal fish species in space and time on the shelf of Antalya Gulf, Turkey. *Mar Biodiv* 48:2105–2118.  
<https://doi.org/10.1007/s12526-017-0739-7>
- Demestre M, Sanchez P, Abello P (2000) Demersal fish assemblages and habitat characteristics on the continental shelf and upper slope of the north-western Mediterranean. *J Mar Biol Assoc UK* 80:981–988.  
<http://dx.doi.org/10.1017/S0025315400003040>
- Domanevskaya MV, Patokina FA (1984) Feeding of the large-eyed dogtooth, *Dentex macrophthalmus*, and Spanish bream, *Pagellus acarne*, from the central-Eastern Atlantic Ocean *J Ichthyol* 24(5):107-112.
- Ergüden D, Gürlek M, Öztürk B, Turan C (2016) Alien species of the Turkish part of the Mediterranean, In Turan C, Salihoğlu B, Özbek EÖ, Öztürk B (Eds.). *The Turkish Part of the Mediterranean Sea; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 43, Istanbul, TURKEY. pp. 462-479.
- Félix-Hackradt FC, Hackradt CW, Treviño-Otón J, Pérez-Ruzafa Á, García-Charón JA (2018) Effect of marine protected areas on distinct fish life-history stages. *Mar Environ Res* 140:200–209
- Forcada A, Bayle-Sempere JT, Valle C, Sánchez-Jere P (2008) Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. *Mar Environ Res* 66:536–547
- Galil B (2007) Seeing Red: Alien species along the Mediterranean coast of Israel. *Aquat Invasions* 2(4):281-312. <http://doi.org/10.3391/ai.2007.2.4.2>
- Galil BS, Goren M (2013) Metamorphoses: bioinvasions in the Mediterranean Sea. In: Goffredo S, Dubinsky Z (eds) *The Mediterranean Sea: its history and present challenges*. Springer, Dordrecht, pp 463–478
- Garuti A, Mutlu E (2021) Spatiotemporal and ecological distribution of megistobentic non-crustacean invertebrates in an ultra-oligotrophic gulf, the eastern Mediterranean Sea. *J Mar Sys* 224:103644.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2021.103644>
- Giakoumi S, Kokkoris GD (2013) Effects of habitat and substrate complexity on shallow sublittoral fish assemblages in the Cyclades Archipelago, North-eastern Mediterranean Sea. *Medit Mar Sci* 14/1:58-68.  
<http://dx.doi.org/10.12681/mms.v0i0.318>
- Gilaad R-L., Galil BS, Diamant A, Goren M (2017) The diet of native and invasive fish species along the eastern Mediterranean coast (Osteichthyes). *Zool Mid East* 63(4):325–335.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09397140.2017.1375196>
- Gökoglu M, Güven O, Balci BA, Çolak H, Golani D (2009) First records of *Nemichthys scolopaceus* and *Nemipterus randalli* and second record of *Apterichthys caecus* from Antalya Bay, southern Turkey. *Mar Biodiv Rec* 2:e29.  
<http://dx.doi.org/10.1017/S175526720800033X>

- Golani D, Sonin O (2006) The Japanese threadfin bream *Nemipterus japonicus*, a new Indo-Pacific fish in the Mediterranean. *J Fish Biol* 68(3):940-943. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00961.x>
- Gordoa A (2009) Characterization of the infralittoral system along the north-east Spanish coast based on sport shore-based fishing tournament catches. *Estuar Coast Shelf Sci* 82:41–49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2008.11.024>
- Gücü AC, Bingel F (2022) Identification of critical demersal fish habitats in the northeast Mediterranean - with an emphasis on *Mullus barbatus*. *Acta Biol Turcica* 35(3):A1:1-12.
- Gurlek M, Erguden S, Yaglioglu D, Turan F, Demirhan SA, Gungor M et al. (2010) Feeding habits of Indo-Pacific species *Nemipterus randalli* Russel, 1986 (Nemipteridae) in Iskenderun Bay, Eastern Mediterranean Sea. *Rapp Comm Int Mer Medit* 39. 72:1463–1487. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01809.x>
- Hanel R, Sturmbauer C (2000) Multiple recurrent evolution of trophic types in Northeastern Atlantic and Mediterranean Sea breams (Sparidae, Percoidae). *J Mol Evol* 50:276–283. <https://doi.org/10.1007/s002399910032>
- Henderson PA (2005) The growth of tropical fishes. *Fish Physiol* 21:85-100. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(05\)21003-8](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(05)21003-8)
- Kallianiotis A, Sophronidis K, Vidoris P, Tselepidis A (2000) Demersal fish and megafaunal assemblages on the Cretan continental shelf and slope (NE Mediterranean): seasonal variation in species density, biomass and diversity. *Prog Oceanogr* 46:429–455. [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00028-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00028-8)
- Kalogirou S, Corsini-Foka M, Sioulas A, Wennhage H, Pihl L (2010) Diversity, structure and function of fish assemblages associated with *Posidonia oceanica* beds in an area of the eastern Mediterranean Sea and the role of non-indigenous species. *J Fish Biol* 77:2338–2357. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02817.x>
- Kalogirou S, Wennhage H, Pihl L (2012) Non-indigenous species in Mediterranean fish assemblages: Contrasting feeding guilds of *Posidonia oceanica* meadows and sandy habitats. *Estuar Coast Shelf Sci* 96:209-218. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2011.11.008>
- Karachle PK, Dimarchopoulou D, Tsikliras AC (2020) Is shore-based recreational fishing in Greece an unregulated activity that increases catch uncertainty? *Region Stud Mar Sci* 36:101273. <http://dx.doi.org/10.1016/j.risma.2020.101273>
- Karachle PK, Stergiou KI (2017) An update on the feeding habits of fish in the Mediterranean Sea (2002-2015). *Medit Mar Sci* 18/1:43-52. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.12681/mms.1968>
- Karachle PK, Stergiou KI (2008) The effect of season and sex on trophic levels of marine fishes. *J Fish Biol* 72:1463–1487. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01809.x>
- Karachle PK, Stergiou KI (2011) Mouth allometry and feeding habits of some Mediterranean fishes. *Acta Ichthyol Piscat* 41(4):265–275. <http://dx.doi.org/10.3750/AIP2011.41.4.02>
- Katsanevakis S, Maravelias CD, Damalas D, Karageorgis AP, Tsitsika EV, Anagnostou C, Papaconstantinou C (2009) Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. *Fish Oceanogr* 18:439–457. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2419.2009.00523.x>
- Keskin Ç, Ordines F, Guijarro B, Massutí E (2011a) Comparison of fish assemblages between the Sea of Marmara and the Aegean Sea (north-eastern Mediterranean). *J Mar Biol Assoc UK* 91:1307–1318. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315410002213>
- Keskin Ç, Turan C, Ergüden D (2011b) Distribution of the demersal fishes on the continental shelves of the Levantine and North Aegean Seas (eastern Mediterranean). *TrJFAS* 11:413-423. <http://dx.doi.org/10.4194/trjfas.2011.0311>
- Lin Yu-J, Roa-Ureta RH, Pulikkoden ARK, Premlal P, Nazeer Z, Qurban MA, Rabaoui L (2021) Essential fish habitats of demersal fish in the western Arabian Gulf. *Mar Pollut Bull* 173:113013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113013>
- Linde M, Palmer M, Mez-Zurita JG (2004) Differential correlates of diet and phylogeny on the shape of the premaxilla and anterior tooth in sparid fishes (Perciformes: Sparidae). *J Evol Biol* 17:941–952. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1420-9101.2004.00763.x>
- Lizaso JLS, Goñi R, Reñones O, García CJA, Galzin R, Bayle JT, Jerez PS, Ruzafa AP, Ramos AA (2000) Density dependence in marine protected populations: a review. *Environ Conserv* 27(2):144–158. <https://doi.org/10.1017/S0376892900000187>
- Mariani S, Maccaroni A, Massa F, Rampacci M, Tancioni L (2002) Lack of consistency between the trophic interrelationships of five sparid species in two adjacent central Mediterranean coastal lagoons. *J Fish Biol* 61:138-147. <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.2002.2073>
- Mutlu E, Claudia M, de Meo I, Deval MC (2022b) Length-weight relationships of 107 osseous and 9 cartilaginous fish species on a shelf/break zone of the eastern Mediterranean Sea. *Cah Biol Mar* 63(1):19-27. <http://dx.doi.org/10.21411/CBM.A.DEBDACF1>
- Mutlu E, de Meo I, Miglietta C (2021) Spatio-temporal distribution of pufferfish (Tetraodontidae) along the Turkish coast of the Mediterranean Sea. *Medit Mar Sci* 22(1):1-19. <http://dx.doi.org/10.12681/mms.23481>
- Mutlu E, Deval MC, de Meo I, Saygu İ, Miglietta C (2022a) Spatiotemporal density and ecology of Batoids (Elasmobranchii) along a Turkish shelf/upper slope of the Mediterranean Sea during years 2009–2015.

- Thalassas: Int J Mar Sci 38:57–69. <https://doi.org/10.1007/s41208-021-00391-4>
- Mutlu E, Deval MC, Miglietta C, Saygu I, de Meo I (2022c) Biometrical distribution of sharks in a low Elasmobranchs-diversified shelf, the eastern Mediterranean Sea. *Acta Biol Turcica* 35(2):A2:1-22.
- Mutlu E, Olguner C, Gökoğlu M, Özvarol Y (2022d) Population dynamics and ecology of *Caulerpa prolifera* vs *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla* within a Levantine Gulf. *Thalassas: Int J Mar Sci* 38:1311-1325. <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00477-7>
- Özvarol Y (2016a) Selectivity of Lessepsian fish, Randall's threadfin bream (*Nemipterus randalli* Russell, 1986) in the gulf of Antalya, eastern Mediterranean. *Scientific Papers Series D Animal Science LIX*:330-335.
- Özvarol Y (2016b) Size selectivity of sorting grid for common Pandora (*Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)) in the gulf of Antalya, eastern Mediterranean. *Scientific Papers Series D Animal Science LIX*:336-341.
- Patania A, Mutlu E (2021) Spatiotemporal and ecological distribution of megabenthic crustaceans on the shelf-shelf break of Antalya Gulf, the eastern Mediterranean Sea. *Mediterranean J Mar Sci* 22(3):446-465. <https://doi.org/10.12681/mms.26142>.
- Pauly D (1980) On the interactions between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 39(3), 175–192.
- Pita C, Gamito S, Erzini K (2002) Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *J App Ichthyol* 18(2):81-86. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00336.x>
- Prista N, Vasconcelos RP, Costa MJ, Cabral H (2003) The demersal fish assemblage of the coastal area adjacent to the Tagus estuary (Portugal): relationships with environmental conditions. *Oceanol Acta* 26:525–536. [http://dx.doi.org/10.1016/S0399-1784\(03\)00047-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0399-1784(03)00047-1)
- Ragheb E, Akel ElSHK, Rizkalla SI (2019) Analyses of the non-target catch from the Egyptian Mediterranean trawlers, off Port Said. *Egyptian J Aquat Res* 45:239–246. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejar.2019.07.003>
- Raitsos DE, Beaugrand G, Georgopoulos D, Zenetos A, Pancucci-Papadopoulou AM, Theocharis A, Papatthanassiou E (2010) Global climate change amplifies the entry of tropical species into the eastern Mediterranean Sea. *Limnol Oceanogr* 55(4):1478–1484. <https://doi.org/10.4319/lo.2010.55.4.1478>
- Relini G, Relini M, Torchia G (2000) The role of fishing gear in the spreading of allochthonous species: the case of *Caulerpa taxifolia* in the Ligurian Sea. *ICES J Mar Sci* 57:1421–1427. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0913>.
- Rijn Ivan, Kiflawi M, Belmaker J (2020) Alien species stabilize local fisheries catch in a highly invaded ecosystem. *Can J Fish Aquat Sci* 77:752–761. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0065>
- Seytre C, Francour P (2008) Is the Cape Roux marine protected area (Saint-Raphaël, Mediterranean Sea) an efficient tool to sustain artisanal fisheries? First indications from visual censuses and trammel net sampling. *Aquat Living Resour* 21:297–305. <http://dx.doi.org/10.1051/alr:2008043>
- Shapiro G, Rijn Dvan, Kiflawi IM, Belmaker J (2019) Decreases in length at maturation of Mediterranean fishes associated with higher sea temperatures. *ICES J Mar Sci* 76:946–959. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz011>.
- Sisma-Ventura G, Bialik OM, Yam R, Herut B, Silverman J (2017)  $p\text{CO}_2$  variability in the surface waters of the ultra-oligotrophic Levantine Sea: Exploring the air–sea  $\text{CO}_2$  fluxes in a fast warming region. *Mar Chem* 196:13-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marchem.2017.06.006>
- Soyer J (1970) Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française Volume III - Les peuplements de Copepodes harpacticoides (Crustacea). *Vie et Milieu* 21(2B):337-551
- Stern N, Levitt Y, Galil B, Diamant A, Yokeş M, Goren M (2014) Distribution and population structure of the alien Indo-Pacific Randall's threadfin bream *Nemipterus randalli* in the eastern Mediterranean Sea. *J Fish Biol* 85:394-406. <http://dx.doi.org/10.1111/jfb.12421>
- Taylan B, Yapici S (2021) Reproductive biology of non-native *Nemipterus randalli* Russell, 1986 and native *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) from the Aegean Sea. *North-Western J Zool* 17(2):180-186.
- Tuya F, Haroun R, Espino F (2014) Economic assessment of ecosystem services: Monetary value of seagrass meadows for coastal fisheries. *Ocean Coast Manag* 96:181-187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.04.032>
- Tzanatos E, Dimitriou E, Katselis G, Georgiadis M, Koutsikopoulos C (2005) Composition, temporal dynamics and regional characteristics of small-scale fisheries in Greece. *Fish Res* 73:147–158. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.12.006>
- Vasilakopoulos P, Raitsos DE, Tzanatos E, Maravelias CD (2017) Resilience and regime shifts in a marine biodiversity hotspot. *Scientific Report* 7:13647. <http://doi.org/10.1038/s41598-017-13852-9>
- Venturini S, Merotto L, Campodonico P, Cappanera V, Fanciulli G, Cattaneo-Viet R (2019) Recreational fisheries within the Portofino MPA and surrounding

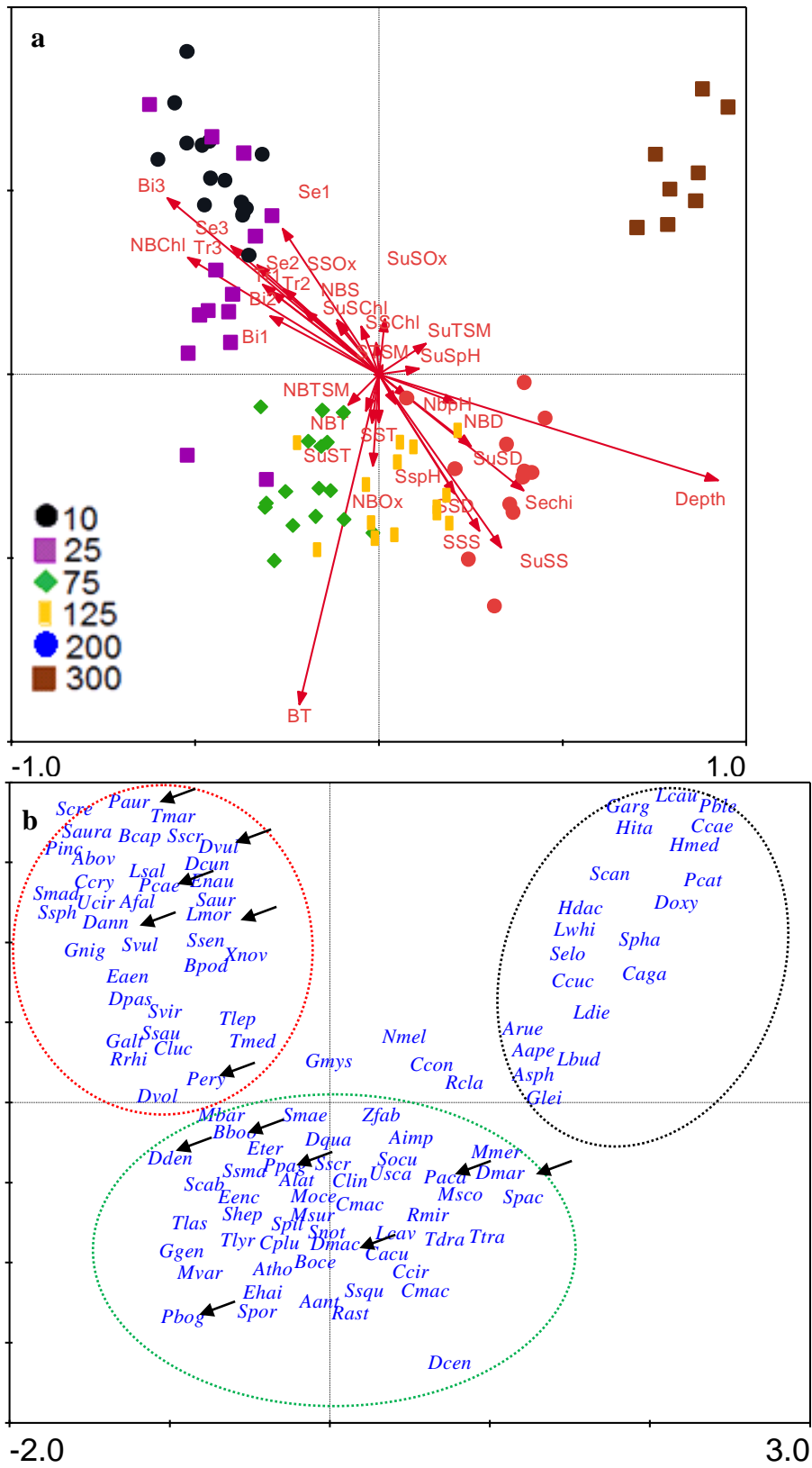
areas (Ligurian Sea, Western Mediterranean Sea).  
Medit Mar Sci 20/1:142-150.  
<http://dx.doi.org/10.12681/mms.18043>

Yemiskan E, Dalyan C, Eryilmaz L (2014) Catch and discard fish species of trawl fisheries in the Iskenderun Bay(North-eastern Mediterranean) with emphasis on Lessepsian and chondrichthyan species. Medit Mar Sci 15/2:380-389. <http://dx.doi.org/10.12681/mms.538>

Zenetos A, Gofas S, Verlaque M, Cinar ME, Garcia RJ, Bianchi C, Morri C, Azzurro E, Bilecenoglu M, Frogli

C, Siokou I, Violanti D, Sfriso A, San Martin G, Giangrande A, Katanga T, Ballesteros E, Ramos-Espla A, Mastrototaro F, Ocana O, Zingone A, Gambi M, Streftaris N (2010) Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. Medit Mar Sci 11(2):381. <http://doi.org/10.12681/mms.8>

Supplementary



**Fig A1.** Biplot of Canonical Correspondence Analyses, CCA, for sample (symbols classified by the bottom depths in meters)-species-environmental variables (arrow) relation and scatter plot of the IS fish (a and b, respectively). Arrowed species denote porgies subjected among the IS fish species in the present study.

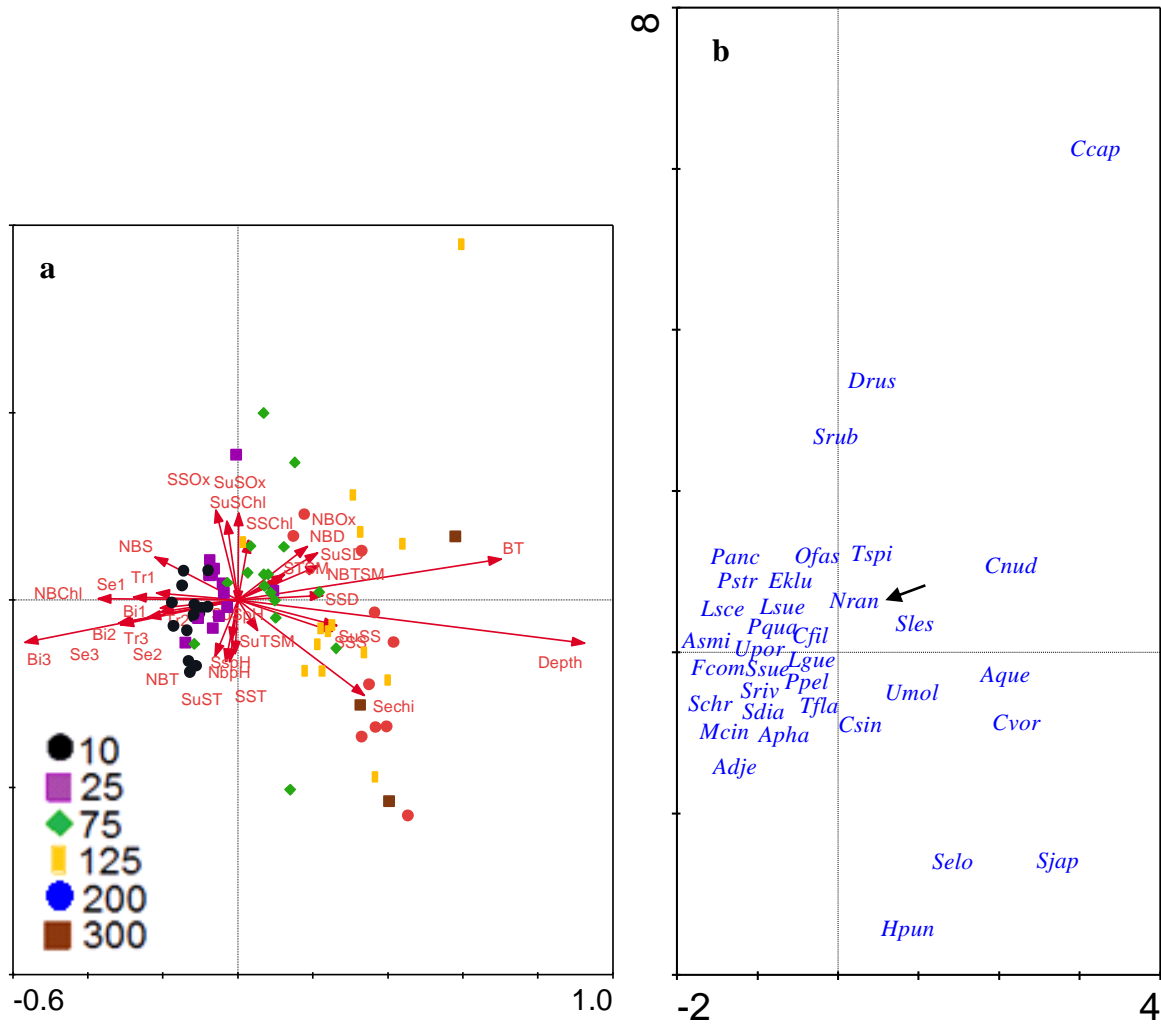


Fig A2. Biplot of Canonical Correspondence Analyses, CCA, for sample (symbols classified by the bottom depths in meters)-species-environmental variables (arrow) relation and scatter plot of the NIS fish (a and b, respectively). Arrowed species denote the fish species subjected among the NIS fish species in the present study.

**Table A1.** Indegeous fish species (IS) of Mediterranean Sea and non-indegenous species (NIS). Abb denotes abbreviation of fish species used in the statistical analyses in Appendices 1, 2.

| Species                              | Abb  | Species                            | Abb   | Species                           | Abb  |
|--------------------------------------|------|------------------------------------|-------|-----------------------------------|------|
| <i>Aetomylaeus bovinus</i>           | Abov | <i>Peristedion cataphractum</i>    | Pcat  | <i>Solea elongata</i>             | Selo |
| <i>Alosa fallax</i>                  | Afal | <i>Phycis blennoides</i>           | Pble  | <i>Sphyaena chrysotaenia</i>      | Schr |
| <i>Anthias anthias</i>               | Aant | <i>Pomadasys incisus</i>           | Pinc  | <i>Stephanolepis diaspros</i>     | Sdia |
| <i>Argentina sphyraena</i>           | Asph | <i>Raja asterias</i>               | Rast  | <i>Torquigener flavimaculosus</i> | Tfla |
| <i>Arnoglossus imperialis</i>        | Aimp | <i>Raja clavata</i>                | Rcla  | <i>Tylerius spinosissimus</i>     | Tspi |
| <i>Arnoglossus laterna</i>           | Alat | <i>Raja miraletus</i>              | Rmir  | <i>Upeneus moluccensis</i>        | Umol |
| <i>Arnoglossus rueppelii</i>         | Arue | <i>Rhinobatos rhinobatos</i>       | Rrhi  | <i>Upeneus pori</i>               | Upor |
| <i>Arnoglossus thori</i>             | Atho | <i>Sardina pilchardus</i>          | Spil  |                                   |      |
| <i>Balistes caprisus</i>             | Bcap | <i>Sardinella aurita</i>           | Saur  |                                   |      |
| <i>Blennius ocellaris</i>            | Boce | <i>Sardinella maderensis</i>       | Smad  |                                   |      |
| <i>Boops boops</i>                   | Bboo | <i>Scorpaena elongata</i>          | Selo  |                                   |      |
| <i>Bothus podas</i>                  | Bpod | <i>Scorpaena porcus</i>            | Spor  |                                   |      |
| <i>Callionymus maculatus</i>         | Cmac | <i>Scorpaena scrofa</i>            | Sscr  |                                   |      |
| <i>Capros aper</i>                   | Aape | <i>Scorpana notata</i>             | Snot  |                                   |      |
| <i>Caranx crysos</i>                 | Ccry | <i>Scylliorhinus canicula</i>      | Scan  |                                   |      |
| <i>Carapus acus</i>                  | Cacu | <i>Serranus cabrilla</i>           | Scab  |                                   |      |
| <i>Carcharhinus plumbeus</i>         | Cplu | <i>Serranus hepatus</i>            | Shep  |                                   |      |
| <i>Centracanthus cirrus</i>          | Ccir | <i>Serranus scriba</i>             | Sscr  |                                   |      |
| <i>Cepola macrophthalmia</i>         | Cmac | <i>Solea senegalensis</i>          | Ssen  |                                   |      |
| <i>Chelidonichthys cuculus</i>       | Ccuc | <i>Solea vulgaris</i>              | Svul  |                                   |      |
| <i>Chelidonichthys lucerna</i>       | Cluc | <i>Sparisoma cretense</i>          | Scre  |                                   |      |
| <i>Chlorophthalmus agassizi</i>      | Caga | <i>Sparus aurata</i>               | Saura |                                   |      |
| <i>Citharus linguatula</i>           | Clin | <i>Sphoeroides pachygaster</i>     | Spac  |                                   |      |
| <i>Coelorinchus caelorhincus</i>     | Ccae | <i>Sphyaena sphyraena</i>          | Ssph  |                                   |      |
| <i>Conger conger</i>                 | Ccon | <i>Sphyaena viridensis</i>         | Svir  |                                   |      |
| <i>Dactylopterus volitans</i>        | Dvol | <i>Spicara maena</i>               | Smae  |                                   |      |
| <i>Dasyatis centroura</i>            | Dcen | <i>Spicara smaritis</i>            | Ssma  |                                   |      |
| <i>Dasyatis pastinaca</i>            | Dpas | <i>Squatina oculata</i>            | Socu  |                                   |      |
| <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> | Dqua | <i>Squatina squatina</i>           | Ssqu  |                                   |      |
| <i>Dentex dentex</i>                 | Dden | <i>Synchiropus phaeton</i>         | Spha  |                                   |      |
| <i>Dentex macrophthalmus</i>         | Dmac | <i>Synodus saurus</i>              | Ssau  |                                   |      |
| <i>Dentex maroccanus</i>             | Dmar | <i>Torpedo marmorata</i>           | Tmar  |                                   |      |
| <i>Dicologlossa cuneata</i>          | Dcun | <i>Trachinus draco</i>             | Tdra  |                                   |      |
| <i>Diplodus annularis</i>            | Dann | <i>Trachurus mediterraneus</i>     | Tmed  |                                   |      |
| <i>Diplodus vulgaris</i>             | Dvul | <i>Trachurus trachurus</i>         | Ttra  |                                   |      |
| <i>Dipturus oxyrinchus</i>           | Doxy | <i>Trichiurus lepturus</i>         | Tlep  |                                   |      |
| <i>Echeneis naucrates</i>            | Enau | <i>Trigla lyra</i>                 | Tlyr  |                                   |      |
| <i>Engraulis encrasicolus</i>        | Eenc | <i>Trigloporus lastoviza</i>       | Tlas  |                                   |      |
| <i>Epinephelus aeneus</i>            | Eaen | <i>Umbrina cirrosa</i>             | Ucir  |                                   |      |
| <i>Epinephelus haifensis</i>         | Ehai | <i>Uranoscopus scaber</i>          | Usca  |                                   |      |
| <i>Etrumeus teres</i>                | Eter | <i>Xyrichthys novacula</i>         | Xnov  |                                   |      |
| <i>Gadiculus argenteus</i>           | Garg | <i>Zeus faber</i>                  | Zfab  |                                   |      |
| <i>Glossanodon leioglossus</i>       | Glei | <i>Alepes djedaba</i>              | Adje  |                                   |      |
| <i>Gnathophis mystax</i>             | Gmys | <i>Apogonichthyoides pharaonis</i> | Apha  |                                   |      |
| <i>Gobius geniporus</i>              | Ggen | <i>Callionymus filamentosus</i>    | Cfil  |                                   |      |
| <i>Gobius niger</i>                  | Gnig | <i>Champsodon capensis</i>         | Ccap  |                                   |      |
| <i>Gymnura altavela</i>              | Galt | <i>Champsodon nudivittis</i>       | Cnud  |                                   |      |
| <i>Helicolenus dactylopterus</i>     | Hdac | <i>Champsodon vorax</i>            | Cvor  |                                   |      |
| <i>Hoplostethus mediterraneus</i>    | Hmed | <i>Cynoglossus sinusarabici</i>    | Csin  |                                   |      |
| <i>Hymenocephalus italicus</i>       | Hita | <i>Decapterus russelli</i>         | Drus  |                                   |      |
| <i>Lepidopus caudatus</i>            | Lcau | <i>Equulites klunzingeri</i>       | Ekle  |                                   |      |
| <i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>    | Lwhi | <i>Fistularia commersonii</i>      | Fcom  |                                   |      |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i>        | Lcav | <i>Herklotsichthys punctatus</i>   | Hpun  |                                   |      |
| <i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>       | Ldie | <i>Jaydia queketti</i>             | Aque  |                                   |      |
| <i>Lithognathus mormyrus</i>         | Lmor | <i>Jaydia smithii</i>              | Asmi  |                                   |      |
| <i>Liza saliens</i>                  | Lsal | <i>Lagocephalus guentheri</i>      | Lgue  |                                   |      |
| <i>Lophius budegassa</i>             | Lbud | <i>Lagocephalus scleratus</i>      | Lscl  |                                   |      |
| <i>Macroramphosus scolopax</i>       | Mscs | <i>Lagocephalus suezensis</i>      | LSue  |                                   |      |
| <i>Merluccius merluccius</i>         | Mmer | <i>Muraenesox cinereus</i>         | Mcin  |                                   |      |
| <i>Microchirus ocellatus</i>         | Moce | <i>Nemipterus randalli</i>         | Nran  |                                   |      |
| <i>Microchirus variegatus</i>        | Mvar | <i>Ostorhinchus fasciatus</i>      | Ofas  |                                   |      |
| <i>Mullus barbatus</i>               | Mbar | <i>Pelates quadrilineatus</i>      | Pqua  |                                   |      |
| <i>Mullus surmuletus</i>             | Msur | <i>Petroscirtes ancylogdon</i>     | Panc  |                                   |      |
| <i>Netastoma melanurum</i>           | Nmel | <i>Pomadasys stridens</i>          | Pstr  |                                   |      |
| <i>Pagellus acarne</i>               | Paca | <i>Pteragogus trispilus</i>        | Ppel  |                                   |      |
| <i>Pagellus erythrinus</i>           | Pery | <i>Sargocentron rubrum</i>         | Srub  |                                   |      |
| <i>Pagrus auriga</i>                 | Paar | <i>Saurida lessepsianus</i>        | Sles  |                                   |      |
| <i>Pagrus bogaraveo</i>              | Pbog | <i>Scomber japonicus</i>           | Sjap  |                                   |      |
| <i>Pagrus caeruleostictus</i>        | Pcae | <i>Siganus rivulatus</i>           | Sriv  |                                   |      |
| <i>Pagrus pagrus</i>                 | Ppag | <i>Sillago suezensis</i>           | Ssue  |                                   |      |

**Table A2** Summary of statistical measures of the characteristics of fish species abundance and biomass in relation to the environmental variables for the CCA. Environmental parameters with the abbreviations used in statistical analyses (Prefixes for the abbreviations: SS, sea surface, Su; Sub-surface and NB; Near-bottom water) and summary of statistical measures of the characteristics of fish species biomass and abundance in relation to the megabenthic fauna (Mega) abundances (Garuti and Mutlu, 2021; Patania and Mutlu, 2021) for the CCA.

| Environmental parameters                       | Variables abbreviated | Biomass        |                | Abundance      |         | Taxa                       | Mega | Abundance      |                |
|--|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------------------------|------|----------------|----------------|
|  |                       | CCA1           | CCA2           | CCA1           | CCA2    |                            |      | CCA1           | CCA2           |
| Bottom depth (m)                               | Depth                 | <b>0.8904</b>  | 0.0097         | <b>0.8720</b>  | -0.0410 | Crustacea, Decapoda        | Dec  | -0.0402        | -0.0161        |
| Total Suspended Matter (g/m <sup>3</sup> )     | STSM                  | 0.0096         | 0.0887         | 0.0194         | 0.0420  | Annelida                   | Ann  | -0.0244        | <b>-0.2004</b> |
| Total Suspended Matter (g/m <sup>3</sup> )     | SuTSM                 | 0.1007         | -0.0168        | 0.0619         | -0.0707 | Cnidaria                   | Cni  | -0.0679        | <b>-0.2182</b> |
| Total Suspended Matter (g/m <sup>3</sup> )     | NBTSM                 | -0.0003        | -0.2535        | -0.0224        | -0.1231 | Echinodermata, Asteroidea  | Ast  | 0.1645         | <b>-0.2761</b> |
| Secchi disk depth (m)                          | Secchi                | 0.5539         | 0.0014         | <b>0.5352</b>  | 0.0938  | Echinodermata, Crinoidea   | Cri  | -0.0014        | <b>-0.2757</b> |
| Oxygen (mg/l)                                  | SSOx                  | -0.2601        | 0.0176         | -0.2322        | -0.0188 | Echinodermata, Echinoidea  | Ech  | 0.1308         | <b>-0.1716</b> |
| Oxygen (mg/l)                                  | SuSOx                 | -0.1854        | 0.0155         | -0.1580        | -0.0085 | Echinodermata, Holoturidea | Hol  | <b>0.2422</b>  | <b>0.1541</b>  |
| Oxygen (mg/l)                                  | NBOx                  | 0.1810         | -0.0068        | 0.1650         | -0.0959 | Echinodermata, Ophiuridea  | Oph  | <b>0.2613</b>  | <b>-0.1821</b> |
| Temperature (°C)                               | SST                   | 0.1638         | -0.0366        | 0.1322         | 0.0019  | Echiura                    | Ech  | -0.0471        | <b>-0.1757</b> |
| Temperature (°C)                               | SuST                  | 0.1514         | -0.0368        | 0.1210         | -0.0008 | Mollusca, Bivalvia         | Biv  | -0.0884        | <b>-0.1698</b> |
| Temperature (°C)                               | NBT                   | 0.1095         | -0.0425        | 0.0806         | -0.0042 | Mollusca, Cephalopoda      | Cep  | <b>0.4422</b>  | <b>0.2071</b>  |
| Salinity (PSU)                                 | SSS                   | 0.4547         | -0.1346        | 0.4282         | -0.0452 | Mollusca, Gastropoda       | Gas  | <b>-0.2301</b> | 0.0891         |
| Salinity (PSU)                                 | SuSS                  | 0.5152         | -0.1915        | <b>0.5076</b>  | -0.1101 | Porifera                   | Por  | -0.1196        | -0.0193        |
| Salinity (PSU)                                 | NBS                   | -0.2050        | -0.1582        | -0.2247        | -0.1229 | Sipunculida                | Sip  | -0.0854        | <b>0.2078</b>  |
| pH   | SspH                  | 0.1313         | -0.0934        | 0.1273         | -0.1289 | Tunicata                   | Tun  | 0.0706         | <b>-0.1379</b> |
| pH   | SuSpH                 | 0.1348         | -0.0303        | 0.1283         | -0.1669 |                            |      |                |                |
| pH   | NbpH                  | 0.1613         | -0.1238        | 0.1396         | -0.1906 |                            |      |                |                |
| Density, $\sigma_t$                            | SSD                   | 0.3192         | -0.1285        | 0.3137         | -0.0560 |                            |      |                |                |
| Density, $\sigma_t$                            | SuSD                  | 0.2726         | -0.1380        | 0.2739         | -0.0870 |                            |      |                |                |
| Density, $\sigma_t$                            | NBD                   | 0.1852         | -0.0239        | 0.1868         | -0.0416 |                            |      |                |                |
| Chl- <i>a</i> (mg/l)                           | SSChl                 | -0.1067        | 0.0571         | -0.1146        | 0.1126  |                            |      |                |                |
| Chl- <i>a</i> (mg/l)                           | SuSChl                | -0.2411        | 0.0396         | -0.2107        | 0.1241  |                            |      |                |                |
| Chl- <i>a</i> (mg/l)                           | NBChl                 | -0.5584        | 0.0183         | <b>-0.5437</b> | -0.0740 |                            |      |                |                |
| Seston - 1 mm (g/m <sup>3</sup> )              | Se1                   | -0.4277        | 0.1861         | -0.4092        | 0.0927  |                            |      |                |                |
| Seston - 0.5 mm (g/m <sup>3</sup> )            | Se2                   | -0.3954        | -0.0097        | -0.3673        | -0.0427 |                            |      |                |                |
| Seston - 0.063 mm (g/m <sup>3</sup> )          | Se3                   | -0.4247        | <b>0.2568</b>  | -0.4216        | 0.1269  |                            |      |                |                |
| Bioseston - 1 mm (g/m <sup>3</sup> )           | Bi1                   | -0.3461        | 0.0164         | -0.3279        | -0.0094 |                            |      |                |                |
| Bioseston - 0.5 mm (g/m <sup>3</sup> )         | Bi2                   | -0.3544        | 0.1262         | -0.3285        | -0.0267 |                            |      |                |                |
| Bioseston - 0.063 mm (g/m <sup>3</sup> )       | Bi3                   | <b>-0.6733</b> | <b>0.2373</b>  | <b>-0.6474</b> | 0.1101  |                            |      |                |                |
| Tripton - 1 mm (g/m <sup>3</sup> )             | Tr1                   | -0.2809        | -0.0027        | -0.3243        | 0.0109  |                            |      |                |                |
| Tripton - 0.5 mm (g/m <sup>3</sup> )           | Tr2                   | -0.2877        | -0.0595        | -0.2775        | 0.0172  |                            |      |                |                |
| Tripton - 0.063 mm (g/m <sup>3</sup> )         | Tr3                   | -0.3515        | <b>0.2501</b>  | -0.3545        | 0.1257  |                            |      |                |                |
| Bottom types                                   | BT                    | <b>0.6808</b>  | <b>-0.2749</b> | <b>0.6430</b>  | -0.1359 |                            |      |                |                |
| Eigen values                                   |                       | 0.562          | 0.209          | 0.504          | 0.177   |                            |      | 0.191          | 0.101          |
| Species-environment correlations               |                       | 0.972          | 0.766          | 0.955          | 0.708   |                            |      | 0.598          | 0.576          |
| Cumulative percentage variance of species data |                       | 20.2           | 27.7           | 20.3           | 27.4    |                            |      | 7.7            | 11.7           |
| of species-environment relation                |                       | 33.2           | 45.6           | 36.2           | 48.8    |                            |      | 33.2           | 50.7           |



# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# The Abundance of the Sea Urchin *Paracentrotus lividus* on the Coasts of Gökçeada

Herdem Aslan

Department of Biology, Faculty of Science, University of Canakkale Onsekiz Mart, Çanakkale, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-0872-2919>

Received: 29.07.2022 / Accepted: 14.12.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

*Paracentrotus lividus*  
Sea urchin  
Gökçeada Island  
Abundance  
Stock  
Aegean Sea

**Abstract:** The demand for the roe of *Paracentrotus lividus* is increasing despite world-wide fisheries bans and the balance of marine ecosystems is disturbed due to this overexploitation. Although not consumed locally, there has been fishing pressure on this species, due to the intense export demand in recent years. For an ecosystem-based sustainable fishery of *P. lividus*, it is very important to establish the stock status as well as the reproductive biology of this species in Turkish seas. However, studies on the stock information of the species are limited. This study reports preliminary findings on the abundance of *P. lividus* on the coasts of Gökçeada by using the visual counting technique with SCUBA during the summer of 2012 and 2018. In the study carried out with transects of different lengths, the highest number of individuals was observed on the rocky shores of Laz Bay in 2012 with 4 individuals m<sup>-2</sup>, between 112-120 m of the Kuzulimanı transect with 5 individuals m<sup>-2</sup> in 2018, and between 0-52 m transect of Kokina III in 2018. According to the SACFOR scale, when *P. lividus* species was observed on the coasts of Gökçeada, it was either common or frequent in terms of abundant. For an effective and sustainable sea urchin management plan, the stock status of the *P. lividus* species in Turkish waters should be determined immediately.

### Anahtar kelimeler:

*Paracentrotus lividus*  
Deniz kestanesi  
Gökçeada  
Bolluk  
Stok  
Ege Denizi

## Deniz Kestanesi *Paracentrotus lividus*'un Gökçeada Kıyılarındaki Bolluğu

**Öz:** Tüm dünyada uygulanan avcılık yasaklarına rağmen *Paracentrotus lividus* türünün gonadlarına olan rağbet her geçen gün artmakta ve doğal ortamlarından sömürülen kestaneler nedeniyle denizel ekosistemlerin dengesi bozulmaktadır. Ülkemizde yerel halk tarafından besin olarak tüketilmeyen bu tür üzerinde, son yıllarda yoğun ihracat talebi nedeniyle bir avcılık baskısı oluşmuştur. *P. lividus* türünün avcılığının ekosistem temelli sürdürülebilir olarak gerçekleştirilebilmesi için bu türün ülkemiz denizlerindeki üreme biyolojisinin yanında stok durumu gibi temel bilgilerin bilinmesi de çok önemlidir. Ancak türün stok bilgileri ile ilgili çalışmaları ülkemizde yetersizdir. Bu çalışma, 2012 ve 2018 yıllarının yaz mevsimlerinde SCUBA ile görsel sayım tekniği kullanılarak *P. lividus* türünün Gökçeada kıyılarındaki yoğunluğu hakkında bir ön araştırma niteliğindedir. Farklı uzunluktaki transektler ile gerçekleştirilen çalışmada en fazla birey 2012 yılında 4 birey m<sup>-2</sup> ile Laz koyu'nun kayalık kıyılarında, 2018 yılında ise 5 birey m<sup>-2</sup> ile Kuzulimanı transektinin 112-120 m arasındaki 5 m genişliğinde (40 m<sup>2</sup>), Kokina III transektinin 0-52 m arasındaki 10 m genişlikte (520 m<sup>2</sup>) gözlenmiştir. SACFOR ölçeğine göre Gökçeada kıyılarında eğer *P. lividus* türü gözlemleniyorsa da sadece yaygın ya da sık olarak bulunduğu saptanmıştır. Etkili ve sürdürülebilir bir deniz kestanesi yönetim planı için *P. lividus* türünün ülkemizde denizlerindeki stok durumu ivedilikle belirlenmelidir.

## Giriş

Echinodermata (Derisidikenliler) şubesinde bulunan deniz kestaneleri, sığ kıyılardan derin bölgelere kadar çok geniş bir dağılım alanına sahiptirler. Erginleri deniz tabanında yaşarken, larval evreleri su kolonunda bulunan deniz kestanelerinin denizlerimizde yaşayan 20 türü bulunmaktadır, düzenli deniz kestaneleri grubunda *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758), *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845), *Cidaris cidaris* (Linnaeus, 1758), *Diadema setosum* (Leske, 1778), *Echinus melo* Lamarck, 1816, *Genocidaris maculata* A. Agassiz, 1869,

*Paracentrotus lividus* (de Lamarck, 1816), *Psammechinus microtuberculatus* (de Blainville, 1825), *Sphaerechinus granularis* (de Lamarck, 1816), *Stylocidaris affinis* (Philippi, 1845) ve düzensiz deniz kestaneleri grubunda ise *Brissopsis lyrifera* (Forbes, 1841), *Brissopsis atlantica mediterranea* Mortensen, 1913, *Brissus unicolor* (Leske, 1778), *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777), *Echinocardium mediterraneum* (Forbes, 1844), *Echinocyamus pusillus* (O.F. Müller, 1776), *Gracilechinus acutus* (Lamarck, 1816), *Ova canalifera* (Lamarck, 1816),

\*Corresponding author: asherdem@comu.edu.tr

*Spatangus purpureus* O.F. Müller, 1776, *Spatangus subinermis* Pomel, 1887 türleri bulunmaktadır (Öztoprak vd., 2014). Bu türlerden *Diadema setosum* Türkiye karasuları için yabancı bir tür olup Süveyş Kanalı aracılığıyla gelmiş istilacı bir türdür (Yokeş ve Galil, 2006).

Ülkemizde yaşayan düzensiz deniz kestaneleri içinde barındıkları çamur veya kumun içerisindeki partikülleri doğrudan yutma ya da dikenleri veya tüp ayaklarını kullanarak beslenirken, düzenli deniz kestaneleri ise daha çok kayalık bölgeleri yaşam yeri olarak tercih eder ve genellikle deniz tabanında yaşayan bitkilerle beslenirler (Lawrence ve Sammarco, 1982; Southward ve Campbell, 2006). Mırmır, çipura, sargoz ve karagöz gibi pek çok balık ve omurgasız canlı için önemli bir besin kaynağı olan düzenli deniz kestaneleri, hem tükettikleri deniz bitkileri hem de besin oldukları diğer canlılar nedeniyle deniz ekosistemleri için kilit rolü olan önemli canlılardır (Aslan Cihangir ve Pancucci Papadopoulou, 2012). Balık avcılığı, kestane yoğunluğu ve makroalg yoğunluğu arasında önemli dengeler söz konusudur. Düzenli kestane popülasyonundaki azalma, özellikle makro alglerin aşırı çoğalmasına neden olduğu gibi, bu kestanelerin popülasyonundaki artış ise, makro alglerin aşırı tüketilmesi nedeniyle deniz kestanelerinin baskın olduğu çorak bölgelerin ortaya çıkmasına neden olur (Sala vd., 1998; Guidetti vd., 2005; Guidetti ve Dulčić, 2007; Giakoumi vd., 2012; Filbee-Dexter ve Scheibling, 2014; Pinna vd., 2020).

Özellikle Uzak Doğu ve Avrupa ülkeleri tarafından lezzetli bulunan bazı deniz kestaneleri, talep edilen değerli bir besin kaynağıdır (Guidetti vd., 2004). Deniz kestanesi piyasasının %80'ini elinde tutan Japonya'nın ardından havyarının kilosunun 120 Avroya satıldığı Fransa, deniz kestanesi ticaretinde en önemli ikinci ülke konumundadır (Stefánsson vd., 2017). Tüm bu market talepleri de aşırı balıkçılık faaliyetleri sonucunda sömürülen doğal denizel ortamlardan karşılanmaktadır. İtalya, İspanya gibi pek çok Akdeniz ülkesindeki aşırı avcılık, türün stoklarında ciddi çöktürlere yol açmış ve sonrasında söz konusu ülkelerin getirdikleri çeşitli kotalar ve yasaklar (Farina vd., 2020) da talebin karşılanması için ithalatı bu ülkeler için zorunlu kılmıştır. Nitekim, 1995 yılında tüm dünyada 120 bin ton avlanmış deniz kestanesi artan arza rağmen günümüzde 75 bin tonlara gerilemiştir (Rubilar ve Cardozo, 2021). Örneğin İtalya'nın Sardunya Adası'nda 2000'lerin başından beri yürütülen kontrolsüz avcılık, 2009 yılında çıkartılan kararname ile lisanslı balıkçı sayısı 189'a çıkmasına rağmen günlük avlanabilecek kestane sayısı balıkçı başına 2000'e düşürülmüş, sadece Kasım-Nisan arası avcılığa izin verilmiş, ve çapı 5 cm'den küçük olan kestanelerin avlanması yasaklanmıştır (Farina vd., 2020). Fernández-Boán vd. (2012), İspanya'nın Galicia Bölgesi'nde ise çapı 5,5 cm'den büyük deniz kestanelerinin, Mayıs-Eylül ayları dışında tekne başına günlük 300 kg ya da teknedeki balıkçı başına günlük 100 kg, 12 m derinliğe kadar saat 9 ile 15 arası avcılığın izin verildiğini rapor etmiş ancak sürdürülebilir kestane avcılığı

için "bölgesel temelli ayrıcalıklı kullanım (TURF)" avcılığın etkili sınırlaması olacağını vurgulamışlardır.

Akdeniz'de üzerinde avcılık baskısı olan tür, gonadlarının çoklu doymamış omega-3 yağ asidi ve protein kaynağı olmasından dolayı *P. lividus* türüdür (Guidetti vd., 2004; Baião vd., 2021). Ülkemizin 1984 yılında taraf olduğu BERN Sözleşmesine göre koruma altında olan bu deniz kestanesi türü, küresel iklim değişikliği nedeniyle Akdeniz'in güney kıyılarında yaşam alanlarını kaybetmiş (Yeruham vd., 2015) ve zehirli olan istilacı yabancı deniz kestanesi (*Diadema setosum*) türü ile yaşam yarışı içerisinde girmiştir (Voulgaris vd., 2021).

Ülkemiz kıyılarında afrodizyak olarak bilinen deniz kestanesi avcılığı, Ayvalık'da 30 yıllık bir geçmişe uzanmaktadır (Demir Sağlam vd., 2013). Serbest dalış ya da denizkestanesi kepçeleri ile özellikle havyarlarının olgunlaştığı Ocak-Nisan ayları arasında avcılığı yapılan deniz kestaneleri İstanbul, İzmir gibi büyükşehir restoranlarına pazarlanmakta iken (Demir Sağlam vd., 2013) son iki-üç yıldır dış pazar talebi ve Ticari/Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'de (No: 2020/20) bir düzenleme olmaması nedeniyle türün avcılığında bir artış olmuştur. Ancak son yıllarda artan bu avcılık miktarları, TÜİK (2021) verilerinde "diğerleri" kapsamında sunulduğu için artışın ne kadar olduğunun saptanması mümkün olamamaktadır.

T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, deniz kestanesi (*P. lividus*) üzerinde artış gösteren avcılık baskısı ve ihracat miktarlarını göz önüne alınarak, ülkemiz karasularında deniz kestanesinin ticari avcılığına 2022 yılı Mart ayı itibarı ile bazı düzenlemeler getirmiştir. İl Müdürlüklerinden 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'in Ek-2'sine göre avcılık "izin belgesi" almış balıkçı teknelerinden sadece dalma yöntemi ile avlanmasına izin verilen deniz kestanesi avcılığı, özellikle Ege Denizi'nde maalesef kontrolsüz bir şekilde artış göstermiştir. Sadece Saroz Körfezi'nden bir günde 50 ton kadar deniz kestanesinin halk tarafından kilosu 30 liraya ya da çuvalı 350 liraya varan ücretler karşılığında avlandığı resmi olmayan kaynaklardan edinilen bilgilerdir (Şekil 1). Lisans alan tekne sayısı da özellikle Ege Denizi'ne kıyısı olan şehirlerde sürekli olarak artmaktadır. Şimdiye kadar Türkiye kıyılarında yaşayan kestane stokları hakkında bir bilgi olmaması nedeniyle, avlanılan şaibeli miktarların, türün varlığını nasıl tehdit ettiğini ortaya koymak da şimdilik mümkün değildir. Nitekim, Marmara Denizi Eylem Planı (MDEP) kapsamında, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda 15 Mayıs 2022 tarihinden itibaren, ticari amaçlı deniz kestanesi avcılığı/toplayıcılığı Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından 9.05.2022 tarihinde gönderilen bir yazı ile (5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğin 48 nci maddesinin 30 uncu fıkrası gereğince) yasaklanmıştır. 2021 yılında Marmara Denizi'nde görülen müsilağ olayından sonra, Marmara Denizi'ndeki dengenin tekrar sağlanabilmesi açısından önemli bir adım olmakla

beraber, sürdürülebilir bir avcılık yönetimi için öncelikle mevcut stok durumun tüm ülkemiz sularında bilinmesi çok büyük bir önem taşımaktadır. Ancak ülkemizde şimdiye kadar tür ile ilgili yapılmış başlıca çalışmalar var-yok şeklindeki (Aslan, 2005; Aslan Cihangir ve Pancucci Papadopoulou, 2012; Aslan-Cihangir, 2012; Öztoprak vd. 2014) nitel çalışmalardır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Ege Denizi'nin kuzey-doğusunda bulunan Gökçeada'da dağılım gösteren ve ekonomik değeri yüksek olan *P. lividus* türünün stok durumuna dair ilk bilgileri ortaya koymaktır.

### Materyal ve Metot

Kuzey-Ege Denizi'nde bulunan Gökçeada kıyılarında dağılım gösteren *P. lividus* türünün bolluğu hakkında bir bilgiye sahip olabilmek için farklı yıllarda ve farklı SCUBA dalış metotlarıyla örneklemeler yapılmıştır.

i) 2012 yılı yaz mevsimi (Temmuz-Ağustos) içerisinde 10 istasyonda SCUBA dalış ile görsel sayım tekniği metodu kullanılmıştır. Kıyıya paralel 20 m uzunluğundaki bir hattın 5 m genişliğindeki alan (100 m<sup>2</sup>) içerisinde yaşayan *P. lividus* bireyleri sayılarak kaydedilmiştir. Her istasyonda yapılan gözlemler 3 farklı derinlikte (1-2 m, 5-7 m ve 10-12 m) üçer farklı hatlar şeklinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1, Tablo 1). Her istasyonun farklı derinliğinde gözlemlenen toplam birey sayıları (birey/m<sup>2</sup>) standart sapma ( $\pm$ ss) değerleri ile birlikte verilmiştir.

ii) 2018 yılının Temmuz ve Ekim aylarında 15 istasyonda, kıydan en fazla 30 m derinliğe kadar, kıyıya dik olarak yerleştirilen işaretli 200 m uzunluğundaki bir halatın (transekt) 10 m genişliğindeki çevresinde, yaşayan *P. lividus* bireyleri SCUBA dalış ile görsel sayım tekniği metodu ile sayılmıştır (Şekil 1, Tablo 2).



Şekil 1. Saros Körfezi'nde 2022 yılının Nisan ayında avlanılan deniz kestaneleri (foto: anonim balıkçılar)



Şekil 2. Çalışılan istasyonlar (sarı ikonlar: 2012 yılı; kırmızı ikonlar: 2018 yılı)

İşaretli halat boyunca gözlenen bireyler SACFOR ölçeğine (Strong ve Johnson, 2020) göre kayıt altına alınmıştır. SACFOR ölçeğine göre metrekarede 100-999 birey “Çok Bol (S)”, 10-99 birey “Bol (A)”, 1-9 birey

“Yaygın (C)”; 10 metrekarede 1-9 birey “Sık (F)”, 100 metrekarede 1-9 birey “Nadir (O)”, 1000 metrekarede ise 1-9 birey ise “Ender (R)” olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 1. İstasyonların gözlem tarihleri, koordinatları ve derinliklere göre birey sayıları  $m^{-2} \pm (ss)$ . SACFOR Ölçeğine göre bolluklar F: Sık, C: Yaygın (\*: gözlem yapılamamış olan derinlik)

| İstasyon Kodu ve Adı | Tarih      | Koordinat                            | Derinlikler ve SACFOR değerleri |                  |                  |
|----------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
|                      |            |                                      | 1-2 m                           | 5-7 m            | 10-12 m          |
| KL<br>(Kuzu Limanı)  | 04.08.2012 | 40° 14' 05.27°N,<br>25° 56' 53.38° E | 0,3±0,01<br>F                   | 0,37±0,05<br>F   | 0,02±0,01<br>F   |
| MK<br>(Mavi Koy)     | 29.08.2012 | 40° 14' 06.91°N,<br>25° 54' 47.74° E | 0,33±0,57<br>F                  | 0,045±0,007<br>F | 0,003±0,005<br>F |
| YK<br>(Yıldız Koy)   | 12.07.2012 | 40° 14' 04.57°N,<br>25° 54' 11.16° E | 1,5±0,05 C                      | 0,2±0,26<br>F    | 0,25±0,07<br>F   |
| MS<br>(Marmaros)     | 05.07.2012 | 40° 11' 41.99°N,<br>25° 45' 17.86° E | 0,5±0,62<br>F                   | 0,27±0,46<br>F   | 0                |
| GL<br>(Gizli Liman)  | 02.08.2012 | 40° 07' 26.02°N,<br>25° 40' 25.49° E | 0,4±0,1<br>F                    | 0,35±0,3<br>F    | 0                |
| SK<br>(Sağlık Kampı) | 31.07.2012 | 40° 05' 45.31°N,<br>25° 45' 23.71° E | 0,05±0,08<br>F                  | 0                | *                |
| LK<br>(Laz Koyu)     | 28.07.2012 | 40° 05' 52.22°N,<br>25° 47' 03.21° E | 4,83±0,76 C                     | 4,0±0<br>C       | *                |
| KK<br>(Kokina)       | 02.07.2012 | 40° 07' 26.53°N,<br>25° 55' 15.65° E | 0                               | 0,1±0,1<br>F     | 0,19±0,04<br>F   |
| KF<br>(Kefaloz)      | 13.07.2012 | 40° 07' 23.29°N,<br>25° 57' 30.22° E | 0,63±0,15<br>F                  | 0                | 0                |
| GZ (Güzelcekoy)      | 03.07.2012 | 40° 11' 56.48°N,<br>25° 58' 27.24° E | 0,47±0,15<br>F                  | 0,53±0,02<br>F   | 0                |

## Bulgular

2012 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında Gökçeada çevresinde belirlenmiş istasyonlarda su altı görsel sayım tekniğine göre gözlemlenen *P. lividus* türüne ait yoğunluk değerleri Tablo 1'de verilmiştir. *P. lividus* türüne en yoğun olarak Laz Koyu'nun 1-2 m (4,83 birey/m<sup>2</sup>) ve 5-7 m (4 birey/m<sup>2</sup>) derinliklerinde rastlanmıştır. Laz Koyu'nun özellikle kayalık habitat tipinin tür için iyi bir yaşam alanı sunduğu saptanmıştır. Laz Koyu'ndan sonra en fazla yoğunluk adanın kuzeyinde konumlanan Yıldız Koyu'nun 1-2 m derinlikleri arasındaki yine kayalık habitat tipinde (1,5 birey/m<sup>2</sup>) gözlenmiştir.

2018 yılının Temmuz ve Ekim ayları süresince gerçekleştirilen sualtı görsel sayım tekniğine göre tespit edilen *P. lividus*'un birey sayıları Tablo 2'de sunulmuştur. Pirinç, Kaleköy I ve Kaleköy II istasyonlarının olduğu istasyonların derinliği arttığı için 200 m halat boyunca çalışılmamış, maksimum 30 m sınırında sırasıyla 100 m, 145 m ve 160 m'lik halatlar boyunca gözlemler yapılmıştır. Kokina I ve Kaleköy I, Şapel ve Pirinç Burnu istasyonlarında *P. lividus* türüne ait birey gözlenmemiştir. *P. lividus* türü Kokina III istasyonunun 0-52 m'lik halat boyunca 520 m<sup>2</sup>'lik alanda ve Kuzu Limanının 112-120 m arasındaki halatın 40 m<sup>2</sup>'lik alanlarında en fazla tür yoğunluğuna (5 birey m<sup>-2</sup>) sahip olduğu bulunmuştur.

**Tablo 2.** İstasyonların gözlem tarihleri, maksimum derinlikleri, koordinatları ile l: *P. lividus*'un tespit edildiği halat boy aralıkları (m) x genişliği (m); d: *P. lividus*'un bulunduğu alanlarda birey/m<sup>2</sup>; m: Transekt boyunca *P. lividus*'un bulunduğu toplam alan (m<sup>2</sup>); n: Transekt boyunca *P. lividus*'un bulunmadığı toplam alan (m<sup>2</sup>) C: yaygın (1-9 /m<sup>2</sup>); F: sık (1-9 /10m<sup>2</sup>)

| İstasyon                | Tarih      | Max Derinlik | Koordinat                          | l   | d                 | SACFOR      | m          | n    |
|-------------------------|------------|--------------|------------------------------------|---|-------------------|-------------|------------|------|
| NK-I<br>(Kokina I)      | 15.07.2018 | 3,4          | 40° 7'31.34" °N<br>25°55'39.66" °E | -   | -                 | 0           | 0          | 2000 |
| NK-II<br>(Kokina II)    | 16.07.2018 | 4,3          | 40° 7'34.50" °N<br>25°55'47.67" °E | 70-78 x 5                                 | 0,5               | F           | 40         | 1960 |
| NK-III<br>(Kokina III)  | 18.07.2018 | 3,3          | 40° 7'27.40" °N<br>25°55'33.80" °E | 0-52 x 10<br>52-92 x 10                   | 5<br>2            | C<br>C      | 920        | 1080 |
| MS<br>(Marmaros)        | 11.07.2018 | 11,7         | 40°11'27.80" °N<br>25°44'56.93" °E | 30-44 x 10                                | 3                 | C           | 144        | 1856 |
| GL<br>(Gizli Liman)     | 19.07.2018 | 8,5          | 40° 7'25.44" °N<br>25°40'24.49" °E | 10-16 x 10                                | 4                 | C           | 60         | 1940 |
| KL<br>(Kuzu Limanı)     | 20.10.2018 | 13,3         | 40°13'9.74" °N<br>25°58'18.44" °E  | 48-76 x 10<br>82-112 x 10<br>112-120 x 5  | 4<br>4<br>5       | C<br>C<br>C | 620        | 1380 |
| KA-I<br>(Kaleköy I)     | 13.07.2018 | 26,3         | 40°14'6.82" °N<br>25°53'47.30" °E  | -   | -                 | 0           | 0          | 1450 |
| KA-II<br>(Kaleköy II)   | 13.07.2018 | 27,5         | 40°14'7.91" °N<br>25°53'51.81" °E  | 18-34 x 10<br>34-46 x 5                   | 2<br>2            | C<br>C      | 220        | 1380 |
| KA-III<br>(Kaleköy III) | 20.07.2018 | 27,7         | 40°14'2.89" °N<br>25°53'41.56" °E  | 2-20 x 10                                 | 1                 | C           | 180        | 1820 |
| KF<br>(Kefaloz)         | 28.07.2018 | 9,2          | 40°10'18.06" °N<br>25°58'23.21" °E | 14-24 x 10<br>40-50 x 10                  | 3<br>0,5          | C<br>F      | 200        | 1800 |
| LK<br>(Laz Koyu)        | 16.07.2018 | 4,1          | 40° 6'15.35" °N<br>25°47'53.45" °E | 4-82 x 10<br>118-140 x 10                 | 3<br>0,5          | C<br>F      | 780<br>220 | 1000 |
| AK<br>(Adalet Kampı)    | 31.07.2018 | 7,1          | 40° 5'43.59" °N<br>25°45'26.04" °E | 40-60 x 10<br>94-106 x 10<br>110-120 x 10 | 0,5<br>0,5<br>0,5 | C<br>F<br>F | 420        | 1580 |
| BT (Baştepe)            | 21.10.2018 | 12,3         | 40° 9'47.86" °N<br>25°41'42.14" °E | 10-46 x 10<br>166-200 x 10                | 2<br>1            | C<br>C      | 1000       | 1000 |
| SP<br>(Şapel)           | 18.07.2018 | 6,2          | 40° 6'39.09" °N<br>25°52'10.39" °E | -   | -                 | 0           | 0          | 2000 |
| PI<br>(Pirinç)          | 12.07.2018 | 24,7         | 40°12'45.72" °N<br>25°47'32.82" °E | -   | -                 | 0           | 0          | 1000 |

## Tartışma ve Sonuç

Sunulan bu çalışmanın sonuçlarına göre, 2012 yılının yaz aylarında üç farklı derinlikte transekt yöntemi ile yapılan gözlemlerde, *P. lividus* türü en yoğun olarak kayalık habitat yapısında olan ve adanın güneyinde konumlanan Laz Koyu'nun 1-2 ve 5-7 m derinliklerinde rastlanmıştır. Laz Koyu'ndan sonra en fazla yoğunluk adanın kuzeyindeki Yıldız Koyu'nun 1-2 m derinlikleri arasındaki yine kayalık habitat tipinde (1,5 birey/m<sup>2</sup>) gözlemlenmiştir. 2018 yılında da *P. lividus* türüne rastlanılan en geniş alan yine Laz Koyu olmuştur. Bu istasyonu adanın yine güney kıyısında bulunan Kokina I ve Kokina III istasyonları takip etmiş olmasına rağmen, bu hatlara çok yakın konumlanmış olan Kokina II istasyonunda *P. lividus* türüne rastlanılmamıştır. SCUBA dalış ile farklı görsel sayım tekniği metotları uygulanarak 2012 ve 2018 yıllarında yürütülen bu çalışmada SACFOR ölçeğine göre sadece “Yaygın” ve “Sık” bolluk kategorilerine sınıflandırılacak gözlemler yapılmış olup, “bol” ya da “çok bol” şeklinde kategorilendirilecek yoğunluklar saptanmamıştır. Nitekim Aslan-Cihangir (2012) tarafından Gökçeada'nın Echinoderm faunasını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmaya göre 2011 yılının Mart ve Nisan aylarında bim-trol ile ada çevresinde 22 çekim yapılmış ve elde edilen 25 türe ait 626 bireyin sadece 5 bireyi *P. lividus* türüne ait bulunmuştur. *Posidonia oceanica* habitat yapısındaki 3 farklı istasyondan elde edilen tüm bireyler adanın kuzeyinde konumlanmış olması dikkate çekicidir. Gökçeada'da yürütülen bu çalışmanın sonuçlarına göre, etkin bir avcılık için türün yeterli bir bolluğa bu bölgede sahip olmadığı ortaya konulmuştur.

Deniz ekosistemleri için kilit bir tür olan ve gonadlarının yüksek ekonomik değeri nedeniyle artık ülkemiz için de yoğun bir av baskısı altında bulunan *P. lividus* türünün (Aslan, 2022) ekosistem yaklaşımı avcılığının yönetimi için öncelikle kestanenin avlanma sezonu, avcılık için minimum kestane boyları, avlanma alanları ve günlük avlanma kotaları ile ilgili çeşitli düzenlemeler 5/1 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi hakkındaki Tebliğ ve/veya ilgili genelgelerde yapılmalıdır. Bu değişkenlerin belirlenebilmesi için ivedilikle, özellikle Marmara Denizi, Boğazlar ve Ege Denizi'nde yaşayan ve ticari değeri olan deniz kestanelerinin mevcut stok durumunu ortaya koyan bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Ekosistem yaklaşımı sürdürülebilir kestane avcılığının yapılabilmesi için türün stok ve üreme dönemleri gibi çok temel bilgilere sahip olmak büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Türkiye Denizleri kestane stoklarının ortaya çıkarılması amacıyla çeşitli projeler hayata geçirilmelidir.

## Teşekkür

Dalışlarda bana eşlik eden Bülent Cihangir, Baki Yokeş ve Graham Saunders ile teknik desteğini esirgemeyen Onur Gönülal'a ve haritayı hazırlayan Zeynep Tekeli'ye çok teşekkür ederim.

## Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

## Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

## Kaynaklar

- Aslan, H. (2005). Bozcaada'nın Echinoderm faunası. Türk Sucul Yaşam Dergisi, In E. Düzgüneş, İ. Okumuş, H. Ögüt (Eds), Yıl: 3, Sayı: 4: 10-15
- Aslan-Cihangir, H. (2012). The Echinoderm Fauna of Gokceada Island (NE Aegean Sea). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(1), 26-29. doi: 10.3923/javaa.2012.26.29
- Aslan Cihangir, H., & Pancucci Papadopoulou, M. A. (2012). Spatial and temporal variation of echinoderm assemblages from soft bottoms of the Canakkale Strait (Turkish Strait System) with a taxonomic key of the genus *Amphiura* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Turkish Journal of Zoology*, 36(2), 147-161. doi:10.3906/zoo-1008-20
- Aslan, H. 2022. Deniz kestanelerimiz de tehlikede. Herkese Bilim ve Teknoloji, Sayı: 320: 15
- Baião, L. F., Rocha, C., Lima, R. C., Marques, A., Valente, L. M., & Cunha, L. M. (2021). Sensory profiling, liking and acceptance of sea urchin gonads from the North Atlantic coast of Portugal, aiming future aquaculture applications. *Food Research International*, 140, 109873.
- Demir Sağlam, Y., Akyol, O., & Sağlam, C. (2013). Ayvalık (Ege Denizi) Kıyılarında Deniz kestanesi (*Paracentrotus lividus*) Avcılığı. *Yunus Araştırma Bülteni*, (4), 3-7.
- Farina, S., Baroli, M., Brundu, R., Conforti, A., Cucco, A., De Falco, G., Guala, I., Guerzoni, S., Massaro, G., Quattrocchi, G., Romagnoni, G., & Brambilla, W. (2020). The challenge of managing the commercial harvesting of the sea urchin *Paracentrotus lividus*: advanced approaches are required. *PeerJ*, 8:e10093. doi: 10.7717/peerj.10093
- Fernández-Boán, M., Fernández, L., Freire, J. (2012). History and management strategies of the sea urchin *Paracentrotus lividus* fishery in Galicia (NW Spain). *Ocean & Coastal Management*, 69, 265-272. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2012.07.032
- Filbee-Dexter, K., & Scheibling, R. E. (2014). Sea urchin barrens as alternative stable states of collapsed kelp ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 495, 1-25. doi: 10.3354/meps10573
- Giakoumi, S., Cebrian, E., Kokkoris, G. D., Ballesteros, E., & Sala, E. (2012). Relationships between fish, sea urchins and macroalgae: The structure of shallow rocky sublittoral communities in the Cyclades, Eastern Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109, 1-10. doi: 10.1016/j.ecss.2011.06.004

- Guidetti, P., Terlizzi, A., & Boero, F. (2004). Effects of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, fishery along the Apulian rocky coast (SE Italy, Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 66(2-3), 287-297. doi: 10.1016/S0165-7836(03)00206-6
- Guidetti, P., Bussotti, S., & Boero, F. (2005). Evaluating the effects of protection on fish predators and sea urchins in shallow artificial rocky habitats: a case study in the northern Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, 59(4), 333-348. doi: 10.1016/j.marenvres.2004.05.008
- Guidetti, P., & Dulčić, J. (2007). Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Marine Environmental Research*, 63(2), 168-184. doi: 10.1016/j.marenvres.2006.08.002
- Lawrence, J. M., & Sammarco, P. W. (1982). Effects of feeding on the environment: Echinoidea. In M. Jangoux, & J. M. Lawrence (Eds.), *Echinoderm Nutrition* (pp. 449-519). Rotterdam: Balkema.
- Öztoprak, B., Doğan, A., & Dağlı, E. (2014). Checklist of Echinodermata from the coasts of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 892-900. doi:10.3906/zoo-1405-82
- Pinna, S., Piazzini, L., Ceccherelli, G., Castelli, A., Costa, G., Curini-Galletti, M., Gianguzza, P., Langeneck, J., Manconi, R., Montefalcone, M., Pipitone, C., Rosso, A., & Bonaviri, C. (2020). Macroalgal forest vs sea urchin barren: Patterns of macro-zoobenthic diversity in a large-scale Mediterranean study. *Marine Environmental Research*, 159, 104955. doi: 10.1016/j.marenvres.2020.104955
- Rubilar, T., & Cardozo D. (2021). Blue Growth: sea urchin sustainable aquaculture, innovative approaches. *Revista de Biologia Tropical*, 69(S1), 474-486. doi: 10.15517/rbt.v69iSuppl.1.46388
- Sala, E., Boudouresque, C. F., & Harmelin-Vivien, M. (1998). Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, 82(3), 425-439. doi: 10.2307/3546364
- Southward, E. C., & Campbell, A. C. (2006). *Echinoderms: keys and notes for the identification of British species. Synopses of the British Fauna, N.S. 56.* (272 p.). Shrewsbury: Field Studies Council.
- Stefánsson, G., Kristinsson, H., Ziemer, N., Hannon, C., & James, P. (2017). *Markets for Sea Urchins: A Review of Global Supply and Markets.* Technical Report.
- Strong, J. A., & Johnson, M. (2020). Converting SACFOR data for statistical analysis: validation, demonstration and further possibilities. *Marine Biodiversity Records*, 13(1). doi: 10.1186/s41200-020-0184-3
- TÜİK <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745> Ulaşım tarihi: 10.12.2022
- Voulgaris, K., Varkoulis, A., Zaoutsos, S., Stratakis, A., & Vafidis, D. (2021). Mechanical defensive adaptations of three Mediterranean Sea urchin species. *Ecology and Evolution*, 11, 17734-17743. doi: 10.1002/ece3.8247
- Yeruham, E., Rilov, G., Shpigel, M., & Abelson, A. (2015). Collapse of the echinoid *Paracentrotus lividus* populations in the Eastern Mediterranean - result of climate change? *Science Reports*, 5, 13479. doi: 10.1038/srep13479
- Yokeş, B., & Galil, B.S. (2006). The first record of the needle-spined urchin *Diadema setosum* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea: Diadematidae) from the Mediterranean Sea. *Aquat. Invas.* 1 (3): 188-190.

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# Catch Composition and Abundance of Shrimp Species in the Bottom Trawl Fishery from Northeast Mediterranean, Türkiye

Yusuf Kenan Bayhan<sup>1\*</sup>, Erdoğan Çiçek<sup>2</sup>, Tarık Ünlüer<sup>3</sup>, Mehmet Özdöl<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Kahta Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 02400-Kahta, Adıyaman, Türkiye

<sup>2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 50300, Nevşehir, Türkiye

<sup>3</sup>Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kontrol Şube Müdürlüğü, 10100, Balıkesir, Türkiye

<sup>4</sup>Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kontrol Şube Müdürlüğü, 07000, Antalya, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7403-900X>

<https://orcid.org/0000-0002-5334-5737>

<https://orcid.org/0000-0002-0565-3241>

<https://orcid.org/0000-0002-1212-0953>

Received: 29.09.2022 / Accepted: 14.12.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Shrimp  
Catch composition  
CPUE  
Northeastern Mediterranean

**Abstract:** In this study, the catch composition and catch productivity of bottom trawl shrimp fishery in the North East Mediterranean were determined with respect to season, location, depth and distance from the coast for a period of 1 year. The study was carried out along a 200 km transect at five different stations and a total of 40 trawl operations with 153 hours and 2 minutes of active trawling was performed. During the study, a total of 11 shrimp species, six of which have economic value, (*Penaeus semisulcatus*, *Metapenaeus monoceros*, *Marsupenaeus japonicus*, *Melicertus kerathurus*, *Metapenaeus stebbingi*, *Parapenaeus longirostris*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Alpheus glaber*, *Palaemon serratus*, *Palaemon adspersus*, *Aegaeon cataphractus*) were captured belonging to four families (Penaeidae, Alpheidae, Crangonidae, Palaemonidae). The most abundant species was *P. semisulcatus* (CPUE: 0.748 kg/h and 19.26 kg/km<sup>2</sup>) with a catch rate of 50.26%, followed by *P. longirostris* (35.05%; CPUE: 0.521kg/h and 13.41 kg/km<sup>2</sup>) and *M. monoceros* (11.29%; CPUE: 0.168 kg/h and 4.32 kg/km<sup>2</sup>). Considering the total catch of all shrimp species, the CPUE value was calculated to be 1.49 kg/h and 38.25 kg/km<sup>2</sup>. Catch composition with respect to distance from the coast indicated that the *P. semisulcatus* had the highest catch rate (80.53%) within 0-3 mile zone, whereas *P. longirostris* had the highest catch rate (67.40%) within 3-10 mile zone.

### Anahtar kelimeler:

Karides  
Av kompozisyonu  
CPUE  
Kuzeydoğu Akdeniz

## Kuzeydoğu Akdeniz Dip Trol Balıkçılığında Karides Türlerinin Av Kompozisyonu ve Verimliliği

**Öz:** Bir yıllık süreyi kapsayan bu çalışmada, Kuzey Doğu Akdeniz’de dip trol balıkçılığında avlanan karides türlerinin aylar, bölgeler, sahilinden uzaklık ve derinliklere göre av kompozisyonu ile av verimliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 200 km uzunluğundaki deniz alanında belirlenen beş farklı istasyonda 40 adet trol operasyonu ile gerçekleştirilmiş ve toplamda 153 saat 2 dakika aktif trol çekimi yapılmıştır. Yapılan çekimler sonucunda dört familyaya (Penaeidae, Alpheidae, Crangonidae, Palaemonidae) ait altı tanesi ticari değere sahip olmak üzere toplam 11 adet karides türüne (*Penaeus semisulcatus*, *Metapenaeus monoceros*, *Marsupenaeus japonicus*, *Melicertus kerathurus*, *Metapenaeus stebbingi*, *Parapenaeus longirostris*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Alpheus glaber*, *Palaemon serratus*, *Palaemon adspersus* ve *Aegaeon cataphractus*) rastlanmıştır. Bu türler içerisinde en çok avlanan tür %50,26 oran ile *P. semisulcatus* (0,748 kg/sa - 19,26 kg/km<sup>2</sup>) olup bunu sırasıyla *P. longirostris* (%35,05- 0,521 kg/sa -13,41 kg/km<sup>2</sup>) ve *M. monoceros* (%11,29- 0,168 kg/sa-4,32 kg/km<sup>2</sup>) izlemiştir. Karides türlerinin birim çaba ve alandaki ortalama av değerleri 1,49 kg/sa ve 38,25 kg/km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Üç mil içi ve dışına göre karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmada toplam miktar olarak 0-3 mil içerisinde *P. semisulcatus* (%80,53), 3 mil dışında ise *P. longirostris* (%67,40) en yüksek av değerine sahip türler olmuştur.

## Giriş

Türkiye denizleri içerisinde Kuzey doğu Akdeniz, karides tür çeşitliliği ve ekonomik değeri olan karides türlerinin tamamını bünyesinde bulundurması açısından diğer denizlerimize göre ayrı bir özellik taşımaktadır. Süveyş Kanalı’nın açılmasından sonra Kızıldeniz kökenli birçok Penaeid karides türü Akdeniz’e giriş yapmıştır.

Kuzeydoğu Akdeniz, barındırdığı lagün alanları ve akarsuların getirdiği zengin besin ortamları ile özellikle Penaeid karides türlerinin yaşayabileceği uygun sahaları içermektedir (Bayhan ve Gökçe, 2010).

\*Corresponding author: [ykbayhan@hotmail.com](mailto:ykbayhan@hotmail.com)



Türkiye’de karides avcılığında dip trolü, uzatma ağları, manyat ve algarna takımları kullanılmaktadır. Kuzeydoğu Akdeniz’de ise karides avcılığı ağırlıklı olarak dip trolü ve fanyalı uzatma ağları ile yapılmaktadır. Türkiye denizlerinde avlanan karides miktarları içerisinde, özellikle sahile yakın bölgelerde yaşayan Penaeid türlerinde yıldan yıla azalma eğilimi söz konusudur (Anonymous, 2020). Bu azalmaya yoğun av baskısı, illegal avcılık ve deniz kirliliği faktörlerinin önemli oranda etkisi bulunmaktadır.

Akdeniz’de bulunan sucül canlılar içerisinde demersal türlerin büyük bölümü dip trolü ile avlanmakta ve avcılık ağırlıklı olarak kıyısız alanlarda sürdürülmektedir. Uluslararası sularda ise dip trolü ile avcılık özellikle av yasağının başladığı 15 Nisan tarihinden sonra yoğunluk kazanmakta ve 15 Temmuz’a kadar sürdürülebilmektedir (Bayhan, 2018). Dip trolü balıkçılığında kıta sahanlığı içerisinde ağırlıklı olarak Penaeid türleri avlanmakta, derin su karides türleri ise çoğunlukla uluslararası sularda avlanmaktadır. Türkiye denizlerinde karideslerin üreme biyolojisi, populasyon yapısı ve ekolojisi konularında birçok çalışma yapılmış olmakla birlikte karideslerin av kompozisyonu ve miktarları konusunda sınırlı sayıda çalışmaya (Bilecik vd., 1999; Can ve Aktaş, 2005; Can vd., 2006; Yazıcı vd., 2006; Demirci, 2007; Öztürk, 2009; Gönülal vd., 2010; Bayhan vd., 2018; Deval, 2019; İhsanoğlu ve İşmen, 2020 ve İnceoğlu vd., 2021) rastlanabilmektedir. Bu çalışmalar derinsu karides türleri ile ilgili olup, bunların dışında Kuzeydoğu-Akdeniz’de dip trolü balıkçılığında av kompozisyonu ve verimliliği konusunda Penaeid türleri üzerinde Anonymous (1993); Can vd. (2004); Manaşırılı vd. (2008) çalışmalarda bulunmuşlardır.

Bu çalışmada, Kuzeydoğu Akdeniz’de dip trolü ile yapılan avcılıkta avlanan karides türlerinin bölgeler, aylar, sahilden uzaklıklar ve derinliklere göre av kompozisyonu ve av verimlilikleri araştırılmıştır. Çalışma verileri 1981-1982 yılları arasında kapsamaktadır. Uzun yıllar boyunca yayınlanamamış olan bu verilerin bundan sonra yapılacak olan çalışmalar için karşılaştırma olanağı sunacak olması bakımından önemli olacağı düşünülmektedir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma, Temmuz 1981-Temmuz 1982 yılları arasında Mersin ve İskenderun körfezlerinde yaklaşık 200 km’lik sahil şeridinde seçilen beş farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma yapılan istasyonlardan Soli-Çeşmeli, av kompozisyonu ve miktarlarını diğer istasyonlarla karşılaştırabilme açısından kontrol istasyonu olarak seçilmiş, bu amaçla söz konusu istasyonda iki çalışma yapılmıştır. Trol çekimleri, üç mil’lik saha içerisinde dip trol avcılığı yasağı da göz önünde bulundurularak, sahilten itibaren 0-3 mil ve 3 mil dışı olmak üzere, kıyıya paralel olarak ortalama 3.0 mil/sa hızda, ikişer saat süre ile ticari trol teknesi (Sülünkuş, 14.10 m boy ve 67.5 hp) ile yapılmış, toplamda 153 saat 2 dakika aktif trol çekimi yapılmıştır. Çekimlerde boyu 30

metre, torba ip kalınlığı 210/24 ve PE 36 mm rombik torba göz açıklığına sahip trol ağı kullanılmıştır. Deniz suyu sıcaklıkları nansen şişesi üzerine takılarak dibe indirilen Reversing termometre ile tuzluluk ölçümleri ise nansen şişesine alınan deniz suyunun teknede bulunan salinometre cihazının kullanılması ile yapılmıştır. Derinlik ölçümleri, çekim süresinin başlangıcında, ortalarında ve sonunda olmak üzere üç kez iskandil ile ölçülerek değerlerin ortalamaları alınmış, sahile olan uzaklık ölçümünde ise o bölgeye ait derinlik haritalarından yararlanılmıştır. Her çekimden sonra tekneye alınan av, türlerine göre ayrılarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda her bireye ait ağırlık değerleri 0.001 g hassasiyetli dijital terazide tartılmıştır. Birim çabadaki av değeri (CPUE), (Sparre ve Venema, 1992)’ye göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$CPUE = \Sigma Wn / \Sigma tn$$

$\Sigma Wn$  = a türü için n’inci çekimde yakalanan bireylerin toplam ağırlığı

$\Sigma tn$  = ilgili çekim için geçen süre

Trol çekimlerinde taranan alanın hesaplanmasında;

(a) =  $D \times h \times X_2$  eşitliğinden yararlanılmıştır.

Bu eşitlikte;

a: Trol ağının taradığı alan (km<sup>2</sup>)

D: Taranan alanın uzunluğu (m)

h: Trol ağının mantar yakasının uzunluğu (14 m).

$X_2$ : Mantar yakasının açılma oranı Pauly (1980)’e dayanarak 0,5 olarak alınmıştır.

D :  $V \times t$

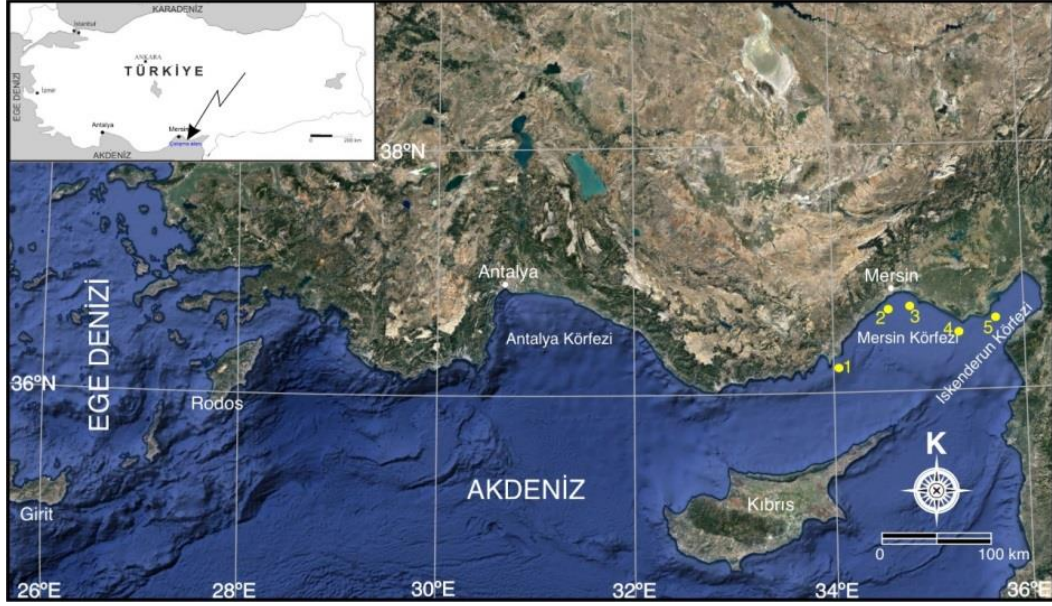
V : Operasyonda teknenin hızı

t : Zamanı göstermektedir.

## Bulgular

Çalışma, bir adedi kontrol istasyonu olmak üzere beş farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir. Bölge ve istasyonlara göre yapılan sefer sayıları ve çekim süreleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de görüleceği üzere, üç mil içerisinde 78 saat, 42 dakika ve üç mil dışında 74 saat, 20 dakika olmak üzere toplamda 153 saat, 2 dakika aktif trol çekimi yapılmıştır.

Denize çıkış tarihleri ve istasyonlara göre trol çekimi yapılan derinlikler, sahile olan uzaklıklar, yüzey- dip deniz suyu sıcaklık ve tuzluluk oranları Tablo 2’de verilmiştir. Trol çekimleri sahilten itibaren 0,4-9,0 mil mesafelerde ve 5,2-94,0 m derinlikler arasında gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu dip sıcaklığı en yüksek (30,3 °C) Silifke (Göksu) istasyonunda 50,0 metre derinlikte Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ölçümü ise 77,0 metre derinlikte 14,2 °C ile yine aynı istasyonda Mayıs ayında ölçülmüştür. Deniz suyu tuzluluk oranları bölge, sahile olan uzaklık ve derinliklere göre % 0 12,2-39,0 arasında değişim göstermiştir.



Şekil 1. Çalışmanın yapıldığı bölge ve istasyonlar. (1) Silifke (Göksu), (2) Soli-Çeşmeli, (3) Mersin (Berdan-Seyhan), (4) Karataş-Ceyhan, (5) Yumurtalık-Botaş

Tablo 1. İstasyonlara göre sefer sayıları ve çekim süreleri

| Bölge/İstasyon               | Sefer sayısı | 0-3 mil        | 3-10 mil       | Toplam         |
|------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
|                              |              | Çekim süresi   | Çekim süresi   |                |
| Silifke (Göksu)              | 9            | 16 saat, 42 dk | 15 saat        | 31 saat, 42 dk |
| Mersin (Berdan-Seyhan)       | 11           | 22 saat        | 22 saat        | 44 saat        |
| Karataş-Ceyhan               | 9            | 18 saat        | 18 saat        | 36 saat        |
| Yumurtalık-Botaş             | 9            | 18 saat        | 16 saat        | 34 saat        |
| Mersin batısı (Soli-Çeşmeli) | 2            | 4 saat         | 3 saat, 20 dk  | 7 saat, 20 dk  |
| Toplam                       | 40           | 78 saat, 42 dk | 74 saat, 20 dk | 153 saat, 2 dk |

Bölge, tarih, istasyon, sahile olan uzaklık ve derinliklere göre ekonomik değeri olan karides türlerinin üç mil içi ve dışına göre avlanma miktarları Tablo 3'te verilmiştir. Çalışma boyunca ele geçirilen ekonomik değeri olan toplam 227,439 kg karidesin 109,975 kg'ı 0-3 mil içerisinde, 117,464 kg'ı 3-10 mil arasında yakalanmıştır. En çok avlanan türler 3 mil içerisinde % 80,62 oran ile *P. semisulcatus*, üç mil dışında ise %67,42 oran ile *P. longirostris* olmuştur. Tür gözetmeksizin en çok av ürünü 0-3 mil içerisinde 30,851 kg ile Göksu, 3 mil dışında ise 57,008 kg ile Karataş istasyonundan elde edilmiştir.

Çalışmada ele geçirilen 11 türün istasyonlara, üç mil içi ve dışına göre toplam miktarları ve oranları ekonomik türler için Tablo 4 ve diğer türler için Tablo 5'de verilmiştir. Tablolara bakıldığında; tür gözetmeksizin en çok av veren istasyonlar sırası ile üç mil içerisinde Silifke-

Göksu (30,851 kg), Mersin-Berdan-Seyhan (26,204 kg), Yumurtalık-Botaş (24,362 kg), üç mil dışında Karataş-Ceyhan (57,008 kg), Mersin-Berdan-Seyhan (25,065 kg), Silifke-Göksu (14,230 kg), mil gözetmeksizin bakıldığında ise; Karataş-Ceyhan (79,138 kg), Mersin-Berdan-Seyhan (51,269 kg) ve Silifke-Göksu (45,081 kg) istasyonlarıdır. Çekim süreleri dikkate alınarak istasyonlara göre hesaplanan CPUE değerleri sırası ile; Karataş-Ceyhan (2,20 kg/sa), Soli-Çeşmeli (2,16 kg/sa), Silifke-Göksu (1,42 kg/sa), Mersin-Berdan-Seyhan (1,17 kg/sa) ve Yumurtalık-Botaş (1,06 kg/sa)'tir.

Avlanan ve ticari değeri olmayan küçük boy ve ağırlıktaki beş karides türü (*T. curvirostris*, *A. glaber*, *P. serratus*, *P. adspersus*, *A. cataphractus*)'nün toplam ağırlığı 151,0 g'dır. Bu türler içerisinde 81,0 g ve %53,6 oran ile en çok avlanan tür *T. curvirostris* olmuştur.

Tablo 2. İstasyonlara göre trol çekimi yapılan derinlik, sahile olan uzaklık, yüzey- dip deniz suyu sıcaklık ve tuzluluk değerleri

| İstasyon No | Tarih      | İstasyon                     | Sahile uzaklık |        | Ort. derinlik (m) |        | Su sıcaklığı (°C)   |      |                     |      | Tuzluluk (%)        |      |                     |      |
|-------------|------------|------------------------------|----------------|--------|-------------------|--------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
|             |            |                              |                |        | Sahile uzaklık    |        | Sahile uz. (<3 mil) |      | Sahile uz. (3 mil>) |      | Sahile uz. (<3 mil) |      | Sahile uz. (3 mil>) |      |
|             |            |                              | <3 mil         | 3 mil> | <3 mil            | 3 mil> | Yüzey               | Dip  | Yüzey               | Dip  | Yüzey               | Dip  | Yüzey               | Dip  |
| 1           | 22.07.1981 | Silifke (Göksu)              | 1,7            | 4,0    | 15,9              | 50,0   | 27,5                | 27,0 | 29,5                | 27,5 | -                   | -    | -                   | -    |
| 2           | 28.07.1981 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,2            | 5,9    | 10,5              | 22,4   | 30,3                | 29,3 | 30,0                | 27,6 | -                   | -    | -                   | -    |
| 3           | 6.08.1981  | Karataş-Ceyhan               | 1,5            | 7,0    | 10,0              | 78,3   | 29,0                | 28,4 | 28,0                | 25,4 | -                   | -    | -                   | -    |
| 4           | 11.08.1981 | Yumurtalık-Botaş             | 1,5            | 6,5    | 24,6              | 52,8   | 29,5                | 29,1 | 29,5                | 26,9 | -                   | 34,3 | -                   | 35,0 |
| 5           | 18.08.1981 | Silifke (Göksu)              | 2,2            | 4,0    | 18,5              | 30,9   | 28,5                | 28,3 | 29,3                | 30,3 | -                   | 30,0 | -                   | 35,0 |
| 6           | 25.08.1981 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 2,0            | 8,0    | 7,7               | 26,8   | 29,0                | 29,3 | 29,5                | 27,9 | -                   | 19,0 | -                   | 31,5 |
| 7           | 8.09.1981  | Karataş-Ceyhan               | 1,9            | 7,5    | 12,3              | 39,8   | 30,2                | 28,9 | 29,0                | 28,3 | -                   | 35,0 | -                   | 32,0 |
| 8           | 9.09.1981  | Yumurtalık-Botaş             | 1,5            | 6,3    | 23,4              | 69,2   | 29,0                | 28,6 | 30,5                | 26,2 | -                   | 36,5 | -                   | 34,3 |
| 9           | 22.09.1981 | Silifke (Göksu)              | 1,4            | 3,5    | 16,2              | 72,8   | 25,5                | 27,1 | 29,0                | 18,8 | -                   | 11,0 | -                   | 32,0 |
| 10          | 24.09.1981 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,3            | 8,5    | 10,9              | 73,7   | 26,0                | 27,6 | -                   | 29,0 | -                   | 34,5 | -                   | 39,0 |
| 11          | 2.10.1981  | Karataş-Ceyhan               | 1,5            | 9,0    | 10,0              | 71,9   | 29,0                | 27,0 | 25,0                | 20,0 | 29,3                | 35,5 | 30,0                | 35,5 |
| 12          | 28.10.1982 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,1            | 4,0    | 9,4               | 37,8   | 23,0                | 25,3 | -                   | 23,0 | 32,0                | 29,0 | -                   | 32,5 |
| 13          | 18.11.1981 | Mersin batısı (Soli-Çeşmeli) | 1,2            | 4,0    | 24,9              | 50,0   | 20,0                | 20,1 | -                   | 21,0 | 33,8                | 34,5 | -                   | 35,5 |
| 14          | 24.11.1981 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,7            | 5,5    | 8,8               | 20,9   | 17,0                | 19,8 | 20,0                | 20,4 | 18,5                | 33,0 | -                   | 26,0 |
| 15          | 9.12.1981  | Yumurtalık-Botaş             | 1,3            | 4,3    | 21,8              | 40,6   | 19,0                | 19,8 | 20,2                | 19,6 | 33,5                | 29,0 | 33,5                | 33,5 |
| 16          | 18.12.1981 | Silifke (Göksu)              | 1,3            | 4,0    | 18,7              | -      | 15,5                | 20,1 | 19,0                | -    | -                   | 15,8 | -                   | 30,5 |
| 17          | 23.12.1981 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,5            | 5,0    | 9,1               | 30,0   | 16,0                | -    | 18,0                | -    | 28,0                | 31,0 | 30,0                | -    |
| 18          | 29.12.1981 | Mersin batısı (Soli-Çeşmeli) | 1,3            | 6,0    | 20,9              | 72,8   | 15,9                | 19,0 | 18,0                | 19,1 | 31,0                | -    | 31,0                | -    |
| 19          | 11.01.1982 | Karataş-Ceyhan               | 2,3            | 5,5    | 13,3              | 36,9   | 15,0                | 18,9 | 16,0                | 17,7 | 32,0                | 21,0 | 30,2                | 33,0 |
| 20          | 19.01.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 1,2            | 8,5    | 21,2              | 63,2   | 16,0                | 17,6 | 17,0                | 17,7 | 31,5                | 32,4 | 34,3                | 33,9 |
| 21          | 29.01.1982 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 0,9            | 8,5    | 8,6               | 38,8   | 15,5                | 15,8 | 15,0                | 15,3 | 32,0                | -    | 31,0                | -    |
| 22          | 9.02.1982  | Silifke (Göksu)              | 1,2            | 3,2    | 19,1              | 72,8   | 15,0                | 16,7 | 14,5                | 17,2 | 26,9                | 33,0 | 25,0                | 34,0 |
| 23          | 16.02.1982 | Karataş-Ceyhan               | 1,8            | 7,8    | 8,2               | 53,7   | 15,0                | 14,2 | 14,0                | -    | -                   | 28,0 | 32,0                | -    |
| 24          | 17.02.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 2,7            | 5,5    | 32,8              | -      | 15,0                | 15,6 | 14,5                | -    | 25,0                | 33,0 | 34,0                | 26,0 |
| 25          | 26.02.1982 | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,7            | 7,5    | 8,5               | 47,0   | 14,8                | -    | 14,6                | -    | 31,2                | -    | 33,0                | -    |
| 26          | 5.03.1982  | Silifke (Göksu)              | 2,5            | -      | -                 | -      | -                   | -    | -                   | -    | -                   | -    | -                   | -    |
| 27          | 16.03.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 0,8            | -      | 25,2              | -      | 16,0                | 16,0 | -                   | -    | 27,4                | 33,0 | -                   | -    |
| 28          | 23.03.1982 | Karataş-Ceyhan               | 1,7            | 5,1    | 9,0               | 27,3   | 17,7                | 18,1 | 15,1                | 23,3 | 12,2                | 33,2 | 24,8                | 29,0 |
| 29          | 31.03.1982 | Silifke (Göksu)              | 1,7            | 4,0    | 17,3              | 62,5   | 17,0                | 26,1 | 17,0                | 25,9 | 15,0                | 33,6 | 31,9                | 32,0 |
| 30          | 6.04.1982  | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 1,6            | 5,5    | 9,4               | 34,1   | 16,5                | 18,1 | 15,0                | 25,7 | 30,5                | -    | 30,0                | 33,0 |
| 31          | 15.04.1982 | Karataş-Ceyhan               | 1,2            | 7,2    | 8,7               | 45,5   | 25,0                | 23,0 | 17,3                | 19,5 | 20,0                | 26,5 | 2-                  | 33,0 |
| 32          | 21.04.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 0,9            | 3,8    | 24,6              | 71,0   | 22,0                | -    | 20,0                | 20,3 | 32,1                | -    | 27,5                | 33,2 |
| 33          | 5.05.1982  | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 0,9            | 7,5    | 9,3               | 35,2   | 20,6                | 25,2 | 20,6                | -    | 23,8                | 32,0 | 27,5                | -    |
| 34          | 7.05.1982  | Silifke (Göksu)              | 2,0            | 3,6    | 13,0              | 77,0   | 20,5                | 18,9 | 21,0                | 17,0 | 27,5                | 32,0 | 32,5                | 32,2 |
| 35          | 12.05.1982 | Karataş-Ceyhan               | 1,6            | 7,7    | 7,9               | 94,0   | 24,0                | 20,0 | 22,0                | 18,4 | 27,4                | 31,5 | 30,8                | 31,5 |
| 36          | 27.05.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 1,1            | 4,8    | 18,6              | 48,5   | 24,0                | 19,1 | 25,0                | 21,7 | 31,0                | 32,0 | -                   | 32,0 |
| 37          | 1.06.1982  | Mersin (Berdan-Seyhan)       | 0,5            | 6,7    | 6,7               | 35,1   | 23,0                | -    | 23,0                | -    | 24,0                | -    | 25,7                | -    |
| 38          | 15.06.1982 | Silifke (Göksu)              | 0,9            | 3,3    | 14,3              | 77,3   | 24,0                | 21,1 | 25,6                | 18,2 | 24,7                | 30,8 | 29,2                | 28,0 |
| 39          | 29.06.1982 | Karataş-Ceyhan               | 0,4            | 4,5    | 5,2               | 22,0   | 26,5                | 26,4 | 27,0                | -    | 18,2                | 30,0 | 24,5                | -    |
| 40          | 16.07.1982 | Yumurtalık-Botaş             | 1,4            | 4,0    | 18,0              | 41,6   | 27,0                | -    | 27,0                | -    | 31,5                | -    | 32,0                | -    |

**Tablo 3.** Sahile olan uzaklıklara göre ekonomik değeri olan karideslerin av miktarları (kg)

| İstasyon No | <i>Penaeus semisulcatus</i> |               | <i>Metapenaeus monoceros</i> |               | <i>Parapenaeus longirostris</i> |               | <i>Metapenaeus stebbingi</i> |              | <i>Melicertus kerathurus</i> |              | <i>Marsupenaeus japonicus</i> |              | <i>Alpheus glaber</i> |       | <i>Trachypenaeus curvirostris</i> |       | <i>Aegaeon cataphractus</i> |              | <i>Palaemon serratus</i> |       | <i>Palaemon adspersus</i> |        |
|-------------|-----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------|--------------|--------------------------|-------|---------------------------|--------|
|             | <3 mil                      | 3> mil        | <3 mil                       | >3 mil        | <3mil                           | 3> mil        | <3mil                        | 3>mil        | <3mil                        | 3>mil        | <3mil                         | 3>mil        | <3mil                 | 3>mil | <3mil                             | 3>mil | <3mil                       | 3>mil        | <3mil                    | 3>mil | <3mil                     | 3 >mil |
| 1           | 6,020                       | 0,831         | 3,150                        | 0,610         | -                               | -             | 0,021                        | -            | 0,007                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 2           | 1,689                       | 0,279         | 0,830                        | 0,038         | -                               | -             | 0,053                        | -            | 0,050                        | 0,050        | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 3           | 1,730                       | 0,792         | 0,068                        | 0,011         | -                               | -             | 1,220                        | -            | 0,279                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 4           | 2,965                       | 1,895         | 0,100                        | 0,123         | -                               | -             | 0,093                        | -            | 0,129                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 5           | 3,172                       | 1,649         | 0,354                        | 0,308         | -                               | -             | 0,225                        | 0,058        | 0,014                        | 0,047        | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 6           | 2,562                       | 1,789         | 0,049                        | 0,129         | -                               | -             | 0,068                        | -            | 0,027                        | 0,059        | 0,118                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 7           | 5,861                       | 1,687         | 0,005                        | 0,056         | -                               | -             | 0,167                        | 0,066        | 0,041                        | -            | 0,011                         | -            | -                     | 0,004 | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 8           | 6,195                       | 0,385         | 0,156                        | 0,207         | -                               | -             | 0,059                        | -            | 0,155                        | 0,076        | 0,052                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 9           | 3,143                       | 0,252         | 0,066                        | 0,121         | -                               | 2,050         | 0,058                        | -            | 0,009                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 10          | 3,949                       | -             | 0,081                        | -             | -                               | 1,750         | -                            | -            | 0,030                        | 0,025        | 0,033                         | -            | -                     | -     | 0,002                             | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 11          | 0,070                       | 0,324         | 0,058                        | 1,730         | -                               | 2,250         | 0,011                        | -            | 0,008                        | 0,097        | -                             | -            | 0,005                 | 0,013 | -                                 | -     | -                           | 0,013        | -                        | -     | -                         | -      |
| 12          | 1,532                       | 0,174         | 0,070                        | 0,021         | -                               | -             | -                            | -            | 0,013                        | -            | 0,012                         | 0,015        | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 13          | 1,975                       | 0,427         | 0,027                        | 0,160         | -                               | 5,250         | -                            | -            | 0,022                        | 0,157        | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 14          | 2,072                       | 4,530         | 0,038                        | 0,069         | -                               | 0,059         | -                            | -            | -                            | -            | 0,020                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 15          | 2,101                       | 1,895         | 0,017                        | 0,310         | -                               | 0,089         | -                            | -            | 0,030                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 16          | 3,603                       | 1,005         | 0,365                        | 0,028         | 0,005                           | 0,048         | 0,005                        | -            | 0,030                        | -            | -                             | -            | -                     | 0,004 | 0,002                             | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 17          | 1,200                       | 1,439         | 2,800                        | 2,050         | -                               | 0,276         | -                            | -            | 0,071                        | 0,300        | 0,017                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 18          | 3,704                       | -             | 0,238                        | -             | 0,103                           | 3,350         | -                            | -            | 0,360                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 19          | 0,900                       | 0,419         | 3,300                        | 1,600         | -                               | 3,750         | -                            | -            | 0,545                        | -            | 0,255                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 20          | 4,553                       | 0,019         | 0,235                        | 0,009         | 0,050                           | 0,600         | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 21          | 2,393                       | 0,789         | 0,875                        | 1,200         | -                               | 1,040         | 0,280                        | -            | 0,380                        | -            | 0,161                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 22          | 2,091                       | 1,289         | -                            | -             | -                               | 0,480         | 0,011                        | -            | 0,071                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 23          | 1,948                       | 0,095         | 0,011                        | 0,029         | 0,006                           | 0,105         | 0,005                        | -            | 0,018                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | 0,025                    | -     | -                         | -      |
| 24          | 2,084                       | 0,057         | 0,060                        | 0,117         | 0,158                           | 1,120         | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 25          | 0,500                       | 0,297         | -                            | 0,506         | -                               | 2,600         | -                            | -            | -                            | 0,035        | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 26          | 1,330                       | -             | -                            | -             | 0,010                           | -             | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 27          | 1,800                       | -             | 0,067                        | -             | 0,063                           | -             | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 28          | 1,003                       | 0,127         | 0,003                        | 0,108         | -                               | 2,450         | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 29          | 2,107                       | 0,724         | -                            | 0,029         | -                               | 0,138         | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 30          | 0,180                       | 0,142         | -                            | 0,750         | -                               | 2,550         | 0,024                        | -            | 0,097                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 31          | 1,450                       | 0,337         | 0,137                        | 0,103         | -                               | 6,600         | 0,025                        | -            | 0,110                        | -            | 0,045                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | 0,002                     | -      |
| 32          | 1,160                       | -             | 0,575                        | 0,156         | 0,175                           | 3,500         | -                            | -            | 0,050                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 33          | 1,070                       | 0,337         | 0,004                        | 0,370         | -                               | 0,540         | 0,152                        | -            | 0,087                        | -            | 0,217                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 34          | 2,700                       | 0,123         | 0,041                        | 0,026         | -                               | 0,770         | -                            | -            | -                            | -            | 0,025                         | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 35          | 2,450                       | 0,115         | 0,078                        | -             | -                               | 33,750        | 0,116                        | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | 0,002                    | -     | -                         | -      |
| 36          | 0,660                       | 0,018         | 0,090                        | 0,116         | -                               | 0,495         | 0,005                        | -            | 0,035                        | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 37          | 2,150                       | 0,471         | 0,068                        | 0,380         | -                               | 0,009         | 0,182                        | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 38          | 2,150                       | 0,064         | 0,068                        | -             | -                               | 3,580         | -                            | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | 0,002                       | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 39          | 0,046                       | 0,392         | 0,091                        | 0,015         | -                               | -             | 0,057                        | -            | -                            | -            | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| 40          | 0,400                       | 0,555         | -                            | 0,030         | -                               | -             | 0,005                        | -            | 0,086                        | 0,042        | -                             | -            | -                     | -     | -                                 | -     | -                           | -            | -                        | -     | -                         | -      |
| <b>Σ</b>    | <b>88,668</b>               | <b>25,723</b> | <b>14,175</b>                | <b>11,515</b> | <b>0,570</b>                    | <b>79,199</b> | <b>2,842</b>                 | <b>0,124</b> | <b>2,754</b>                 | <b>0,888</b> | <b>0,966</b>                  | <b>0,015</b> | <b>0,005</b>          | -     | -                                 | -     | <b>0,002</b>                | <b>0,013</b> | <b>0,027</b>             | -     | <b>0,002</b>              | -      |

**Tablo 4.** Ekonomik değeri olan karides türlerinin istasyonlara ve uzaklığa göre miktarları

| İstasyonlar          | <i>P. semisulcatus</i> |        | <i>M. kerathurus</i> |       | <i>M. japonicus</i> |       | <i>M. monoceros</i> |        | <i>M. stebbingi</i> |       | <i>P. longirostris</i> |        | Toplam        |         | Genel Toplam |
|----------------------|------------------------|--------|----------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|--------|---------------------|-------|------------------------|--------|---------------|---------|--------------|
|                      | Uzaklık (mil)          |        | Uzaklık (mil)        |       | Uzaklık (mil)       |       | Uzaklık (mil)       |        | Uzaklık (mil)       |       | Uzaklık (mil)          |        | Uzaklık (mil) |         |              |
|                      | 0-3                    | 3-10   | 0-3                  | 3-10  | 0-3                 | 3-10  | 0-3                 | 3-10   | 0-3                 | 3-10  | 0-3                    | 3-10   | 0-3           | 3-10    |              |
| Silifke (Göksu)      | 26,316                 | 5,937  | 0,131                | 0,047 | 0,025               | -     | 4,044               | 1,122  | 0,320               | 0,058 | 0,015                  | 7,066  | 30,851        | 14,230  | 45,081       |
| Mersin (Berd.Seyhan) | 19,297                 | 10,247 | 0,755                | 0,469 | 0,578               | 0,015 | 4,815               | 5,513  | 0,759               | -     | -                      | 8,824  | 26,204        | 25,065  | 51,269       |
| Karataş-Ceyhan       | 15,458                 | 4,288  | 1,001                | 0,097 | 0,311               | -     | 3,751               | 3,652  | 1,602               | 0,066 | 0,006                  | 48,905 | 22,130        | 57,008  | 79,138       |
| Yumurtalık-Botaş     | 21,918                 | 4,824  | 0,485                | 0,118 | 0,052               | -     | 1,300               | 1,068  | 0,161               | -     | 0,446                  | 5,804  | 24,362        | 11,814  | 36,176       |
| Mersin batısı (Soli) | 5,679                  | 0,427  | 0,382                | 0,157 | -                   | -     | 0,265               | 0,160  | -                   | -     | 0,103                  | 8,600  | 6,429         | 9,344   | 15,773       |
| Toplam               | 88,668                 | 25,723 | 2,754                | 0,888 | 0,966               | 0,015 | 14,175              | 11,515 | 2,842               | 0,124 | 0,570                  | 79,199 | 109,976       | 117,461 | 227,437      |
| Genel Toplam         | 114,391                |        | 3,642                |       | 0,981               |       | 25,690              |        | 2,966               |       | 79,769                 |        | 227,437       |         |              |
| Oran (%)             | 77,51                  | 22,49  | 75,62                | 24,38 | 98,47               | 1,53  | 55,18               | 44,82  | 95,82               | 4,18  | 0,71                   | 99,29  | 48,35         | 51,65   |              |

(\*) Ağırlıklar kg olarak verilmiştir

**Tablo 5.** Avlanan diğer karides türlerinin istasyonlara ve uzaklığa göre miktarları

| İstasyonlar           | <i>T. curvirostris</i> |      | <i>A. glaber</i> |       | <i>A. cataphractus</i> |       | <i>P. serratus</i> |      | <i>P. adspersus</i> |      | Toplam        |       | Genel Toplam |
|-----------------------|------------------------|------|------------------|-------|------------------------|-------|--------------------|------|---------------------|------|---------------|-------|--------------|
|                       | Uzaklık (mil)          |      | Uzaklık (mil)    |       | Uzaklık (mil)          |       | Uzaklık (mil)      |      | Uzaklık (mil)       |      | Uzaklık (mil) |       |              |
|                       | 0-3                    | 3-10 | 0-3              | 3-10  | 0-3                    | 3-10  | 0-3                | 3-10 | 0-3                 | 3-10 | 0-3           | 3-10  |              |
| Silifke (Göksu)       | 0,002                  | -    | -                | 0,004 | 0,002                  | -     | -                  | -    | -                   | -    | 0,004         | 0,004 | 0,008        |
| Mersin (Berd.Seyhan)  | 0,017                  | -    | -                | -     | -                      | -     | -                  | -    | -                   | -    | 0,017         | 0,000 | 0,017        |
| Karataş-Ceyhan        | 0,019                  | -    | 0,005            | 0,017 | -                      | 0,013 | 0,027              | -    | 0,002               | -    | 0,053         | 0,030 | 0,083        |
| Yumurtalık-Botaş      | 0,008                  | -    | -                | -     | -                      | -     | -                  | -    | -                   | -    | 0,008         | -     | 0,008        |
| Mersin (Soli-Çeşmeli) | 0,035                  | -    | -                | -     | -                      | -     | -                  | -    | -                   | -    | 0,035         | -     | 0,035        |
| Toplam                | 0,081                  | -    | 0,005            | 0,021 | 0,002                  | 0,013 | 0,027              | -    | 0,002               | -    | 0,117         | 0,034 | 0,151        |
| Genel Toplam          | 0,081                  |      | 0,026            |       | 0,015                  |       | 0,027              |      | 0,002               |      | 0,151         |       |              |

(\*)Ağırlıklar kg olarak verilmiştir

Çalışma boyunca istasyon gözetmeksizin sahilden itibaren 0-3 mil ve 3-10 mil arasında yakalanan karideslerin, toplam miktar, oranları ve ekonomik değeri olan her bir tür için hesaplanan CPUE değerleri ve taranan alana göre av verimlilikleri (kg/km<sup>2</sup>) Tablo 6'da verilmiştir.

Çalışılan tüm istasyonlarda ele geçirilen türlerin toplam av ürününe göre CPUE değeri; 1,49 kg/sa olarak hesaplanmıştır. Tüm istasyonlarda ele geçirilen karidesler içerisinde en çok avlanan türler; *P. semisulcatus* (% 50,26), *P. longirostris* % 35,05) ve *M. monoceros* (% 11,29) olmuştur. Bu üç tür avlanan toplam 227,590 kg karides miktarının % 96,60'ını oluşturmaktadır.

**Tablo 6.** Avlanan türlerin toplam miktar ve oransal dağılımları, CPUE ve av verimlilikleri

| Türler                 | 0-3 mil<br>(kg) | 3-10 mil<br>(kg) | Toplam<br>(kg) | Oran<br>(%) | CPUE<br>(kg/sa) | kg/km <sup>2</sup> |
|------------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------|-----------------|--------------------|
| <i>P. semisulcatus</i> | 88,668          | 25,723           | 114,391        | 50,26       | 0,748           | 19,26              |
| <i>M. kerathurus</i>   | 2,754           | 0,888            | 3,642          | 1,60        | 0,024           | 0,61               |
| <i>M. japonicus</i>    | 0,966           | 0,015            | 0,981          | 0,43        | 0,006           | 0,16               |
| <i>M. monoceros</i>    | 14,175          | 11,515           | 25,690         | 11,23       | 0,168           | 4,32               |
| <i>M. stebbingi</i>    | 2,842           | 0,124            | 2,966          | 1,31        | 0,019           | 0,50               |
| <i>P. longirostris</i> | 0,570           | 79,199           | 79,769         | 34,87       | 0,521           | 13,41              |
| <i>T. curvirostris</i> | 0,081           | -                | 0,081          | 0,04        | -               | -                  |
| <i>A. glaber</i>       | 0,005           | 0,021            | 0,026          | 0,01        | -               | -                  |
| <i>A. cataphractus</i> | 0,002           | 0,013            | 0,015          | 0,00        | -               | -                  |
| <i>P. serratus</i>     | 0,027           | -                | 0,027          | 0,01        | -               | -                  |
| <i>P. adspersus</i>    | 0,002           | -                | 0,002          | 0,00        | -               | -                  |
| Toplam                 | 110,092         | 117,498          | 227,590        | 100,00      | -               | -                  |

## Tartışma ve Sonuç

Çalışmada yakalanan altı ticari karides türü içerisinde miktar olarak en çok avlanan *P. semisulcatus*, yılın tüm aylarında ve tüm istasyonlarda yakalanmıştır. Çalışılan istasyonlar içerisinde bu tür en fazla üç mil içerisinde 6,195 kg ile Eylül ayında Yumurtalık-Botaş istasyonunda, üç mil dışında ise 4,530 kg ile Aralık ayında Mersin-Berdan-Seyhan istasyonunda yakalanmıştır. Bu aylarda avlanılan derinlikler sırası ile 23,4 - 20,9 metreler arasında değişmiştir. Anonymous (1993), bu tür için av verimini gündüz yapılan avcılıkta ortalama 63,0 g ağırlıkta 9 birey/km<sup>2</sup> (0,567 kg) olarak ve Doğu Akdeniz (İskenderun Körfezi)'de gündüz yapılan çalışmada, çekimlerin 20-50 m derinlikler arasında beş kez yapıldığını bildirmiştir. Daha geniş bölgeyi kapsayan çalışmamızda bu tür için birim alandan elde edilen av miktarının (kg/km<sup>2</sup>) daha fazla olması, diğer çalışmaya göre çekim sayısının fazla olmasının yanında bölge ve mevsim farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

*P. longirostris*, üç mil içerisinde 0,570 kg ve üç mil dışında 79,199 kg olmak üzere toplam 79,769 kg miktarı ve ortalama CPUE: 0,521 kg/h- 13,41 kg/km<sup>2</sup> değerleri ile en çok yakalanan ikinci tür olmuştur. Bu türün en çok av verdiği istasyonlar sırası ile Mayıs ayında Karataş-Ceyhan (33,750 kg), Mart ayında yine Karataş-Ceyhan (6,600 kg) ve Aralık ayında Soli-Çeşmeli (5,250 kg) istasyonlarıdır.

Bu istasyonlarda derinlikler sırası ile 94,0 m, 45,5 m ve 50,0 metreler arasında değişmiştir. Anonymous (1993) tarafından 20-500 metre derinlikler arasında yapılan çalışmada *P. longirostris* türü için birim alandan elde edilen ortalama av verimi doğu Akdeniz'de 9,88 kg/km<sup>2</sup>, batı Akdeniz'de ise 5,85 kg/km<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Yine çalışmada bu türden en az av veriminin 20-100 metre derinlik katmanında alındığı bildirilmiştir. Doğu Akdeniz'de en fazla verimin ise 201-500 m derinlikte ilkbahar ve yaz aylarında, batı Akdeniz'de 201-500 m derinlikte yaz, 101-200 m derinlikte ise kış aylarında avlandığı bildirilmiştir. Bilecik vd. (1999), Ege Denizi'nde bu türden en fazla verimin 282,60 ton/mil<sup>2</sup> ile orta Ege (Foça)'de Nisan ayında alındığını bildirmişlerdir. Manaşırılı vd. (2008); Doğu Akdeniz'de (Mersin-Silifke) *P. longirostris*'in ortalama CPUE değerinin 5,480 ±5,463 kg /saat<sup>-1</sup> olduğunu bildirmiştir. Ayrıca derinlik katmanlarına göre, bu türün en yüksek av miktarının %83,65'lik bir değerle 100 m'den daha derin derinlik katmanından sağlanmış olduğu; bunu %14,19'lük bir değerle 50-100 m ve %2,16'lık bir değerle de 0-50 m derinlik katmanlarının izlendiği belirlenmiştir. Dereli (2010), Sığacık Körfezi (Ege Denizi)'de 0-200, 200-400 ve 400-600 metre derinlik katmanlarında dip trolü ile yapmış olduğu çalışma sonucunda, en yüksek CPUE değerini, avcılığın yasak olduğu Mayıs-Eylül ayları arasındaki dönemde olmak üzere, aylık ortalama 6,40

$\pm 7,70$  kg/sa, CPUA değerini ise  $130,56$  kg/km<sup>2</sup> olarak hesaplamıştır. Yine bu türün CPUE değerini en fazla  $27,54$  kg/sa ile Mayıs ayında en az ise  $0,38$  kg/sa ile Şubat ayında olduğunu, en yüksek verimin  $262,76$  kg/km<sup>2</sup> ile 200-400 metre katmanından elde edildiğini bildirmiştir. 5,2-94,0 m derinlikler arasında yapmış olduğumuz çalışmada CPUE değerinin ( $0,521$  kg/sa- $13,41$  kg/km<sup>2</sup>), Manaşırılı vd. (2008)'nin yapmış oldukları çalışmadaki CPUE değeri ( $5,480$  kg/sa), Anonymous (1993)  $9,88$  kg/km<sup>2</sup> ve Dereli (2010)'nin  $6,40 \pm 7,70$  kg/sa ve  $130,56$  kg/km<sup>2</sup> olarak bildirdiği değerlere göre daha az miktarda bulunması, her üç çalışmanın daha derin sularda yapılmış olmasının yanında, bölgesel ve mevsimsel farklılıklardan ileri gelmektedir. Derinsu türü olan *P. longirostris*'in üç mil dışında ve derin sularda daha çok yakalanması, türün biyo-ekolojik yapısından kaynaklanan beklenen bir sonuçtur. Bu türden Temmuz ve Ağustos aylarında hiç örnek elde edilememiştir.

*M. monoceros*, üç mil içerisinde en çok  $3,300$  kg ile Ocak ayında Karataş-Ceyhan ve  $3,150$  kg ile Silifke-Göksu istasyonlarında  $13,3$  m ve  $15,9$  m derinlikler arasında avlanmıştır. Üç mil dışında ise  $2,050$  kg ile Aralık ayında Mersin-(Berdan-Seyhan) ve Kasım ( $1,730$  kg) ve Ocak ayında ( $1,600$  kg) Karataş-Ceyhan istasyonlarında  $30,0$  m ile  $71,9$  m derinlikler arasında yakalanmıştır. Elde edilen değerlere bakıldığında bu türün en çok av verdiği ayların Aralık ve Ocak ayları olduğu anlaşılmaktadır.

*M. stebbingi*, Bu türün büyük çoğunluğu  $2,966$  kg miktar ve %  $95,8$  oran ile üç mil içerisinde yakalanmıştır. Üç mil içerisinde ise ortalama  $10,0$  metre derinlikte  $1,220$  kg ile Ağustos ayında Karataş-Ceyhan istasyonu en çok av veren istasyon olmuştur. Bizim yaptığımız ve Can vd. (2004)'nin yapmış oldukları çalışmalarda bu türün sahile yakın kesimlerde sığ sularda ( $10,0$ - $20,0$  m) daha çok av verdiğini göstermektedir. Bu türden Mart ayında hiç örnek elde edilememiş, Aralık ayında ise tek bir birey yakalanmıştır.

*M. kerathurus*, çalışılan tüm istasyonlarda üç mil içerisinde  $2,754$  kg ve üç mil dışında  $0,888$  kg olmak üzere toplamda  $3,642$  kg yakalanmıştır. Bu türün en çok yakalandığı aylar sırası ile Ocak ve Aralık aylarıdır. Üç mil içerisinde ve  $8,6$ -  $20,9$  m derinlikler arasında avın en çok elde edildiği istasyonlar sırası ile Karataş-Ceyhan, Mersin (Berdan-Seyhan) ve Soli-Çeşmeli istasyonlarıdır. Üç mil dışında  $30,0$ - $50,0$  m derinlikler arasında en çok av elde edilen istasyonlar Aralık ayında Mersin-(Berdan-Seyhan) ve Kasım ayında Soli-Çeşmeli istasyonlarıdır. Bu değerler bu türün Aralık ve Ocak aylarında sahile yakın kesimlerde sığ sularda daha çok av verdiğini göstermektedir. Bu türden Mart ve Haziran aylarında örnek elde edilememiştir.

*M. japonicus*, toplam  $0,981$  kg ağırlık ve  $64$  birey ile en az sayıda yakalanan tür olmuştur. Yakalanan  $0,981$  kg miktarın % $98,47$  ( $0,966$  kg)'si üç mil içerisinde yakalanmıştır. Sadece bir birey ( $15,0$  g) üç mil dışında Kasım ayında Mersin- (Berdan-Seyhan) istasyonunda  $37,8$  m derinlikte yakalanmıştır. Bu türün tamamına yakın kısmının üç mil içerisinde ortalama  $14,3$  m derinlikte

yakalanması bu türün kıyıya yakın kesimlerinde daha çok av verdiğini ortaya koymaktadır. Çalışılan tüm istasyonlarda bu türden Şubat, Mart, Haziran, Temmuz aylarında hiç örnek elde edilememiş, Ekim ve Kasım aylarında birer örnek elde edilmiştir. Bu tür sırası ile en çok Ocak ayında Karataş-Ceyhan ( $0,255$  kg), Mayıs ayında Mersin-Berdan-Seyhan ( $0,217$  kg) istasyonlarında av vermiştir. Çalışma süresi içerisinde toplamda  $0,566$  kg ile en çok yakalandığı istasyon ise üç mil içerisinde Mersin- (Berdan-Seyhan) istasyonu olmuştur.

Toplam av içerisinde tüm karides türleri için taranan alan verimliliği  $38,25$  kg/km<sup>2</sup>, CPUE değeri  $1,49$  kg/sa olarak hesaplanmıştır. Türler içerisinde CPUE değeri en yüksek tür  $0,748$  kg/sa ile *P. semisulcatus*'tur. Bunu sırası ile  $0,521$  kg/sa ve  $0,168$  kg/sa ile *P. longirostris* ve *M. monoceros* türleri izlemiştir. Avlanan türler içerisinde *M. monoceros*, *M. stebbingi*, *M. kerathurus* ve *M. japonicus* ile ilgili Türkiye denizlerinde dip trolü avcılığında avlanma miktarları ve CPUE değerlerine yönelik sadece bir araştırma bulgusuna (Can vd., 2004) rastlanılabilmektedir. Can vd. (2004); İskenderun körfezi'nde yapmış oldukları benzer çalışmada  $0$ - $20$  m ve  $20$  m üzeri derinliklerde ortalama CPUE değerlerini *P. semisulcatus*, *M. stebbingi*, *M. monoceros*, *M. japonicus*, *M. kerathurus* türleri için sırası ile;  $9,96$  kg/km<sup>2</sup>,  $73,43$  kg/km<sup>2</sup>,  $47,84$  kg/km<sup>2</sup>,  $1,01$  kg/km<sup>2</sup> ve  $1,25$  kg/km<sup>2</sup> olarak bulmuşlardır. Karides türleri içerisinde miktar olarak % $76,9$  oran ile de en çok yakalanan türün *M. stebbingi* olduğunu, bu türün  $0$ - $20$  metre derinlikte daha çok av verdiğini bildirmişlerdir. *M. stebbingi*'yi avlanma miktarı çokluk sırasına göre %  $18,20$ , %  $2,30$ , %  $1,50$  ve %  $1,20$  oranlar ile *P. semisulcatus*, *M. monoceros*, *M. kerathurus* ve *M. japonicus*'un izlediği sonucuna ulaşmışlardır. Bizim yaptığımız çalışmada ise bu sıralama taranan alan verimliliği çokluk sırasına göre *P. semisulcatus* %  $50,34$ , *P. longirostris* %  $35,05$ , *M. monoceros* % $11,29$ , *M. kerathurus* % $1,59$ , *M. stebbingi* % $1,31$  ve *M. japonicus* %  $0,42$  olarak bulunmuştur. Aynı torba göz açıklığına sahip ağlar ile yapılan her iki benzer çalışmada da *M. stebbingi* dışındaki diğer türlerin alan verimliliği (kg/km<sup>2</sup>) çokluk sıralaması uyum göstermiş, bunun yanında bizim yaptığımız çalışmaya göre birim alandan elde edilen av verimliliği, *P. semisulcatus* dışında daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Can vd. (2004); çalışmalarında *P. longirostris* türünü yakalayamamış olmaları,  $20$  metreden sonraki derinlik üst sınırının bu türün biyo-ekolojik olarak adapte olduğu derinlik katmanının altında olduğu izlenimini vermektedir. Çalışmamızda *P. semisulcatus*'un en çok av verdiği istasyonlar üç mil içerisinde  $6,195$  kg ile Yumurtalık-Botaş, üç mil dışında ise  $4,530$  kg ile Mersin-Berdan-Seyhan istasyonlarıdır. Bu istasyonlar Can vd. (2004)'nin yaptığı çalışma alanı (İskenderun Körfezi) dışında kalmaktadır. İki çalışma arasında alan verimliliği çokluk sıralamasında uyum sağlanılmakla birlikte, aynı araştırmacıların bulunduğu alan verimliliği değerlerinin bizim yapmış olduğumuz alan verimliliği sonuçlarına göre daha yüksek değerlerde bulunmasının, bölge ve çalışılan derinlik katmanları farklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Çalışmalarında emeği geçen, desteklerini esirgemeyen sayın Hüseyin ATAÖGLÜ'na teşekkürü borç biliriz. Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Ürünleri Daire Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

## Yazar Katkıları

Y.K. Bayhan araştırmayı planladı ve tasarladı. Yazarlar deniz ve laboratuvar çalışmalarını birlikte yaptılar, sonuçları tartıştılar ve makalenin son şekline katkıda bulundular.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

## Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

## Kaynaklar

- Anonymous, (1993). Marmara, Ege ve Akdeniz'de demersal balıkçılık kaynakları sömür raporunu. *T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)*, 579 s.
- Anonymous, (2020). *Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)*, su ürünleri istatistikleri, Ankara. <https://www.tuik.gov.tr>
- Bayhan Y.K., & Gökçe, G. (2010). Kuzeydoğu Akdeniz'de karides balıkçılığı ve kullanılan ağların teknik özellikleri. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(2), 129-135. doi: 10.3153/jfscm.2010012
- Bayhan, Y.K. (2018). Kuzeydoğu Akdeniz Derin Deniz Balıkçılığının Mevcut Durumu ve Sorunları. *II. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi*, 4-5 Mayıs, Adana, Turkey, 99-107. ISBN: 978-605-258-110-0
- Bayhan, Y.K., Ergüden, D., & Cartes, J.E. (2018). Deep sea fisheries in Mersin Bay, Turkey, Eastern Mediterranean: diversity and abundance of shrimps and benthic fish fauna. *Acta Zoologica Bulgarica*, 70(2), 259-268.
- Bilecik, N., Kara, Ö.F., Gurbet, R., Alaz, A., Erdem, M., Ertosluk, O., İlyaz, A., Akyol, O., & Aktaş, M. (1999). Ege Denizi endüstriyel balıkçılığı üzerine araştırma. *T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum*, yayın no: 5, seri: B, 135 s
- Can, M.F., Mazlum, Y., Demirci, A., & Aktas, M. (2004). The catch composition and catch per unit of swept area (CPUE) of penaeid shrimps in the bottom trawls from Iskenderun Bay, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4, 87-91.
- Can, M.F., & Aktaş, M. (2005). A preliminary study on population structure and abundance of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Decapoda, Natantia) in the deepwater of the northeastern Mediterranean. *Crustaceana*, 78 (8), 941-946.
- Can, M.F., Aktaş, M., & Demirci, A. (2006). Kuzey-doğu akdeniz'in derin sularında bulunan *Plesionika martia* (A. Milne-Edwards, 1883) (Decapoda: Pandalidae)'nin populasyon yapısı ve verimliliği üzerine bir ön çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3), 365-367.
- Demirci, A. (2007). Derin deniz karideslerinden *Plesionika martia* (Decapoda: Pandalidae)'nin kuzeydoğu Akdeniz balıkçılığında değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, cilt 24, sayı (1-2), 93-96.
- Dereli, H. (2010). Sığacık Körfezi'nde dip trol ağları ile yakalanan derin su pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)'nin bazı biyolojik ve populasyon özellikleri. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, bilim dalı kodu: 504.06.01, doktora tezi, Bornova/İzmir*, 134 s.
- Deval, M.C. (2019). Population dynamics and biological patterns of commercial crustacean species in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean Sea: III. The giant red shrimp *Aristaeomorpha foliacea* Risso, 1827. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(4), 311-323. doi: 10.4194/1303-2712-v20\_4\_07
- Gönülal, O., Özcan, T., & Katagan, T. (2010). A contribution on the distribution of the giant red shrimp *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) along the Aegean Sea and Mediterranean part of Turkey. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, vol. 39, p. 534.
- İhsanoğlu, M.A., & İşmen, A., (2020). Marmara Denizi biyoçeşitliliği ve Derinsu pembe karidesi av miktarı. *Aquatic Research*, 3(2), 85-97. doi: 10.3153/AR20008
- İnceoğlu, H., İşmen, A., İhsanoğlu, M.A., Kocabaş, E., Daban, İ.B., Kara, A., Çardak, M., Şirin, M., & Yiğın, C.Ç. (2021). Spatio-temporal patterns of abundance and biomass of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Sea of Marmara, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, 36(2), 46-50. doi: 10.26650/ASE2020731575
- Manaşlı, M., Avşar, D., & Yeldan, H. (2008). Babadillimanı koyu'ndaki (Silifke-Mersin) derin su pembe karidesinin (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) derinlik katmanlarına göre bulunurluğu. *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(3), 524-535. doi:10.3153/jfscm.mug.200751
- Öztürk, M. (2009). Kuzey Marmara Bölgesinde bulunan derin su pembe karidesi *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) üzerinde çalışmalar. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, Vol. 15, 123- 134.



- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal Constitution Central Institute for Economic Management*, 39 (2), 175-792.
- Spare, P., & Venema, S.C. (1992). Introduction to Tropical Fish Stock Assesment (Part 1). *FAO Fisheries Technical Paper*, Rome, Italy, 376 p.
- Yazıcı, M.F., İşmen, A., Altınağaç, U., & Ayaz, A. (2006). Marmara Denizi'nde karides algarnasının av kompozisyonu ve hedeflenmeyen av üzerine bir çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt:23, Sayı (3-4), 269-275.

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# Measuring the Safety of Navigation and Safety Awareness at Sea of Turkish Straits System Fisherman

Burhan Taşlı<sup>1</sup>, Adnan Ayaz<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Terzioğlu Yerleşkesi 170020 Merkez, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Terzioğlu Yerleşkesi 170020 Merkez, Çanakkale, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-4267-9758>

<https://orcid.org/0000-0003-4839-9244>

Received: 27.10.2022 / Accepted: 19.12.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Safety at sea  
Navigation safety  
Turkish Straits  
Awareness  
Semi structured interviews  
Content analysis

**Abstract:** As in every business sector, the safety factor in fishing is very important. Although fishing boats are equipped with safety equipment, internalization of safety issues and increased awareness are crucial for the crew members as safety at sea is not a factor of on board equipment. Especially the fishermen's ignorance of the navigational restrictions and difficulties in fishing grounds may cause concerns. Since the Turkish Straits, which are two of the most dangerous and heavily trafficked straits in the world, fishermen must be aware of all meteorological, navigational and geographical restrictions. In this study, semi-structured interviews were conducted with the fishermen who navigate the straits to reach the fishing grounds or use the straits as fishery grounds in order to determine the safety awareness and navigational safety at sea. A total of 23 interviews with fishermen were undertaken. The interviews were audio recorded with the permission of the participants and analyzed by content analysis method. Findings indicated that the fishermen mostly ignored the safety factors and regarded the safety equipment as an expense item that created a financial burden. It was determined that navigational safety awareness was higher than safety awareness at sea. Lack of safety equipment on board of vessels was not determined but its availability was mostly due to periodic inspections.

### Anahtar kelimeler:

Denizde emniyet  
Seyir emniyeti  
Türk boğazları  
Farkındalık  
Yarı yapılandırılmış görüşme  
İçerik analizi

## Türk Boğazlar Sistemi Balıkçılarının Seyir Emniyeti ve Denizde Emniyet Farkındalıklarının Ölçülmesi

**Öz:** Her iş kolunda olduğu gibi balıkçılıkta da emniyet faktörü göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Balıkçı teknelerinde her ne kadar ekipman ve malzeme eksikliği bulunmasa da emniyet konusunun çalışanlar tarafından özümsemesi ve artan farkındalık denizde emniyetin sadece tekne üzerindeki ekipmanlarla sağlanmamasına bağlı olarak, mürettebat için çok önemlidir. Özellikle balıkçıların av bölgelerindeki seyir kısıtlamaları ve zorlukları bilmemesi ciddi tehlike arz etmektedir. Çalışma alanı olan Türk Boğazları da dünyanın en tehlikeli ve yoğun trafiğe sahip su yolu olması nedeniyle balıkçıların meteorolojik, navigasyonel ve coğrafi tüm kısıtlamalara hakim olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada, denizde emniyet ve seyir emniyeti farkındalıklarının tespit edilmesi amacıyla av sahasına ulaşmak veya boğazları av sahası olarak kullanan balıkçıların, yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Toplamda 23 balıkçıyla görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler, katılımcıların izni doğrultusunda ses kaydına alınarak içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, balıkçıların, çoğunlukla emniyet faktörünü göz ardı ettiği ve özellikle emniyet ekipmanlarını maddi bir yük oluşturan gider kalemi olarak gördükleri tespit edilmiştir. Seyir emniyeti farkındalıklarının denizde emniyet farkındalıklarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekipman bulundurma konusunda ise eksiklerinin olmadığı fakat genellikle sörvey çekincesi ile donatıldığı görülmüştür.

## Giriş

Balık avlama faaliyetleri tehlikeli işler olarak sınıflandırılmakta ve iş kazalarına neden olabilecek çeşitli risk faktörlerini barındırmaktadır (Aytepe vd., 2021). Bu risk faktörlerini azaltmak için teknoloji de kullanılmaktadır. Günümüzde yeni inşa edilen ve hali

hazırda kullanılan balıkçı tekneleri, seyir ve denizde emniyeti en üst seviyeye çıkarabilmek için yüksek teknolojik ekipmanlarla donatılmaktadır. Ancak, deniz teknolojisindeki gelişmeler ve bir hayli ileri emniyet düzenlemelerine rağmen TITANIC ve COSTA

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

CONCORDIA olayları, aslında deniz kazalarının esaslı şekilde insan kaynaklı ve örgütsel sebeplerle meydana geldiğine işaret etmektedir. Çok farklı sebeplere dayanmakla beraber bugün deniz kazalarının yaklaşık %80'inin insan hatasından kaynaklandığı kabul edilmektedir (Demir, 2016; Kan ve Köseoğlu, 2019).

Dünya üzerinde 2014-2020 yılları arasında gerçekleşen 22.210 adet deniz kazasının 4.109'u balıkçı gemilerine aittir. Bu rakam ile kargo ve yolcu gemilerinin ardından 3. sırada yer almaktadır. Ayrıca aynı yıllar arasında batmış olan 164 geminin 97 si balıkçı gemisidir. Buradaki istatistik ile en fazla gemi kaybı balıkçı gemilerinde meydana gelmektedir (EMSA, 2021).

Dünyada ve Türkiye'de büyük bir iş kolu olan balıkçılığın tehlikeli iş sınıfına giren faaliyetleri esnasında çok ciddi kazalar da yaşanmaktadır. Balıkçılık büyük ihtimalle endüstri kolları içerisinde en yüksek oranda eksik kaza raporu beyan eden sektördür. Örneğin Norveç'te yapılan geniş çaplı bir araştırma balıkçılık sektöründe yaşanan kazaların %71'inin hiç rapor edilmediğini ortaya koymuştur (Bye ve Lamvik, 2007). Dolayısıyla yaşanan kazaların bildirilmemesi ile sektör faaliyetlerinin ne denli riskli olduğu da tam olarak görülmemektedir.

Dünyada her sene balıkçılık sektöründe 24.000'in üzerinde balıkçı ölmekte ve yaklaşık 24 milyon balıkçının yaralandığı tahmin edilmektedir (Fernando ve Rubén, 2006). Avustralya, Amerika ve birçok Avrupa ülkesinde, yaralanma ve ölüm oranları ulusal doğal ölüm ortalamasının 25 ile 40 kat üzerindedir (Havold, 2010). Amerika'da 1996 yılında her 10.000 balıkçıdan 16'sının çeşitli deniz kazalarında öldüğü ve bu oranın itfaiye ve polis teşkilatlarında yaşanan ölümlerin 16 katı büyüklüğünde olduğu tespit edilmiştir (Jin ve Thunberg, 2005).

Yukarıda da görüleceği üzere, balıkçılık, dünyanın en eski ve tehlikeli mesleklerinden biridir. 1912 yılında Titanik kazası ile başlayan emniyet eksikliklerini giderme amacı 1914 yılında SOLAS (Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi) ile kabul edilmesiyle büyük bir yol kat etmiştir. Gemilerde 1914 yılında başlayan emniyet zorunluluklarının balıkçı teknelerine yansması 1977 yılına kadar sürmüştür. 1977 Torremolinos Uluslararası Sözleşmesi imzalanması ile tam boyu 24 metre ve üzerindeki balıkçı gemileri için düzenlemeler getirilmiştir. Bu düzenlemelerle balıkçı tekneleri boy ve tonaj aralıklarında ayrılarak emniyet donanımları bu ayrımlar çerçevesinde belirlenmiştir.

Torremolinos Sözleşmesi dışında kalan ve tam boyu 24 metre altında olan balıkçı tekneleri için ise ulusal düzenlemeler yoluyla birçok ülke standart emniyet donanımları bulundurmaları için gerekli önlemleri almışlardır. Ancak balıkçı teknelerinde meydana gelen kazaların azalmaması ve bazı yıllarda ise artması, bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Emniyet ekipmanlarının bulundurulması, personelin emniyet kültürünü özümsememesi sebebiyle istenen başarıyı sağlayamadığı açıkça görülmektedir.

Balıkçı gemileri kazalarında, insan hataları en yaygın neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, en önemli önlem geminin emniyetini ve güvenli seyrini etkileyecek insan hatalarını azaltmaktır. Bazı insan kaynaklı hatalar, yüksek düzeyde gürültüye ve titreşime (Kan ve Kişi, 2016) veya strese maruz kalma gibi durumlardan kaynaklanmaktadır. Bu hataların en sık karşılaşılanları ise; yanlış değerlendirilen etkiler (dalga, rüzgar, akıntı), mürettebatın dikkatsizliği, gemi konumunun yanlış tespiti, vardiya tutmaya yetkin olmayan personel ve seyir aletlerinin yanlış kullanımındadır (Akyıldız, 2015).

Seyir emniyeti hususunda, özellikle Türk Boğazları gibi dar su kanallarında önemli bir konu olarak karşımızda durmaktadır. Örneğin, Çanakkale Boğazı'nda 2004-2014 yılları arasında 119 deniz kazası meydana gelmiştir. En sık görülen kaza nedeni 31 kaza ile "Ekipman Arızası" olmuştur. Ayrıca 49 kaza ile en fazla kaza "Sektör Nara" da meydana gelmiştir. Kazaların aylara göre dağılımında ise bariz bir fark yoktur. Toplamda 4 kaza ölümlü sonuçlanmış ve 6 kişi hayatını kaybetmiştir (Kuleyin ve AYTEKİN, 2015).

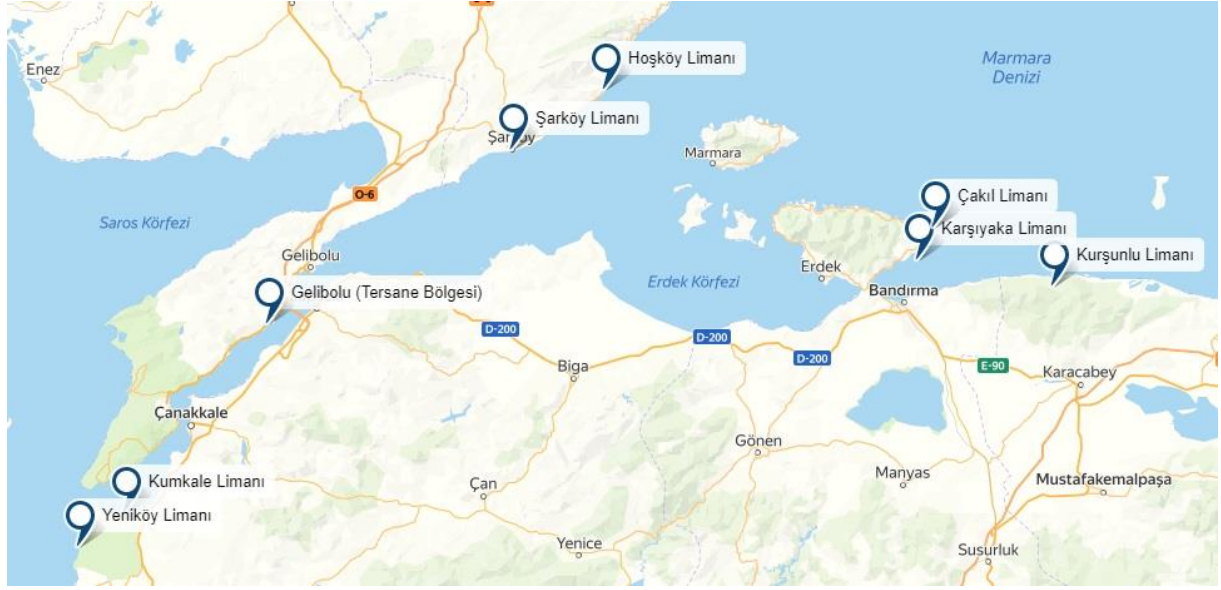
Balıkçı teknelerinde, denizde emniyet ve seyir ekipmanlarının standart bir hale getirilip donatılmasının yeterli bir önlem olmadığı istatistikî verilere yansımaktadır. Bu kapsamda personelin emniyetin iki ana dalında ne denli farkındalığa sahip olduğunu tespit etmek, eksikliğin belirlenmesi konusunda oldukça önemlidir. Bu çerçevede, çalışma içerisinde balıkçı teknesi personellerinin denizde emniyet ve seyir emniyeti konularında farkındalıklarının ölçülmesi hedeflenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanarak hazırlanan görüşme formu ile 23 balıkçıyla görüşme gerçekleştirilmiştir. Sorulara verilen cevaplar içerik analizi yöntemiyle irdelenmiştir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma, ÇOMÜ Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.02.2022 tarih ve 04/14 karar nolu belgesi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma konusu olan emniyetin, iki ana dalı olan denizde emniyet ve seyir emniyeti özelinde ölçüm yapılması hedeflenmiştir. Yapılan konu kısıtlaması ile emniyet tanımının içerisine giren diğer konular ayrıştılarak net bir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

## Çalışma sahası

Çalışma iki ayrı konuyu içerdiğinden en uygun veri toplama alanı bulunmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, denizde emniyet tüm sularda çalışan balıkçılar için ortak bir özellik olmasına karşın seyir emniyeti için av sahasının konumu çok büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple, çalışma alanı olarak Türk Boğazları'nı kullanan balıkçıların bulunduğu limanlar seçilmiştir. Çünkü boğazlar bölgesinde avlanan veya boğazlardan geçerek av sahasına seyreden balıkçı gemileri, bahsi geçen bölgelerde neredeyse tüm seyir zorlukları ile karşılaşmaktadır. Bu da bir balıkçının ölçek içerisinde yer alan tüm sorulara cevap verebilmesine ihtimal sağlamıştır.



Şekil 1. Çalışma Sahası

### Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği

Görüşme yönteminde yüz yüze katılımcı ile bir araya gelerek çerçevesi belirlenmiş sorular sorulmakta ve sözlü iletişim yolu ile veri toplanmaya çalışılmaktadır (Serper ve Gürsakal, 1989). Bir görüşme sadece katılımcının sözlerinden oluşmamakta, sorulara verdikleri tepkiler, mimikler ve beden dili de veri olarak kullanılabilir. Görüşme yöntemi gözlemlenemeyen veya etkili bir şekilde erişilemeyen konular hakkında bilgi sağlamak için kullanıldığı gibi nicel veri toplama araçlarının oluşturulmasına ön bilgi sağlaması nedeniyle de kullanılmaktadır (Tracy, 2013).

Görüşme yöntemi yapısal olarak yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak üçe ayrılmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde ise araştırmanın genel çerçevesi ve neler sorulacağı hemen hemen bellidir fakat katılımcının genel bilgisine göre konu ile alakalı ek sorular sorabilmektedir (Taylor vd., 2016). Çalışmada genelleme kaygısından ziyade balıkçıların emniyet farkındalığı düzeylerinin ve bu düzeye ilişkin algılarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle nitel araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca balıkçıların genel tutumu göz önüne alındığında nicel araştırma yöntemlerine verecekleri cevapların sağlıklı olmayacağı ve konforlu bir ortamda sağlayacakları nitel çalışma ortamında anlatmak isteyecekleri olguların tespitinin daha kolay olacağı düşünülmüştür.

### Örneklem grubu

Nitel araştırmalarda araştırma sonuçlarında genelleme kaygısı güdülmemektedir. Bu sebeple örneklemin sayısal olarak yeterli olması konusundan ziyade görüşülen topluluğun uzmanlık düzeyi ile ilgilenilmektedir (Kıncal, 2013). Balıkçılık sektöründe denizde emniyet ve seyir emniyeti, mesleğin tekne kullanımı alanında yer aldığı ve bu hususta T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yeterlilik belgesi gerektiği görülmektedir. Yeterlilik alabilmek için eğitime tabi tutulmaları ve bazı

yeterliliklerde ise ek olarak belirlenen staj süresini doldurmaları gerekmektedir. Bu durumda da balıkçılık sektöründe 10 sene ve üstü çalışma süresine sahip bir personelin hem gerekli bilgiye hem de gerekli tecrübeye sahip olduğunu kabul edilmiştir. Ölçek, farklı limanlarda bağlı bulunan balıkçı gemilerinin kaptanlarına uygulanmış ve örneklem sayısı 23 kişiye ulaşıncaya tamamlanmıştır.

### Veri toplama aracı

İki aşamalı hazırlanan görüşme formunda ilk bölüm deniz güvenlik ile alakalı soruları içermektedir. Tok (2015) tarafından hazırlanmış anket çalışması emniyet farkındalığı ölçümü için hazırlanan görüşme formunda kullanılmıştır. Smirnova (2018) tarafından kaleme alınan seyir emniyeti farkındalığının oluşturulması için belirlenen kriterler, IMO MSC tarafından yayınlanan sirkülerler, Intertanko tarafından basılmış Guide of Safe Navigation (including ECDIS), SOLAS bölüm V te yer alan seyir emniyeti kuralları ve Torremolinos Konvansiyonunda yer alan balıkçı tekneleri için belirlenmiş kurallar incelenerek sadeleştirilmesi ile belirlenmiştir.

Hazırlanan sorular form haline dönüştürülerek geçerlilik düzeyinin tespiti amacıyla, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi'nde görevli bir profesör ve bir doçent ünvanlı akademisyene ve Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi'nde görevli bir profesör ve iki doçent ünvanlı akademisyene olmak üzere 5 akademisyene gönderilmiştir. Akademisyenlerden gelen düzeltme görüşleri ile gerekli düzeltmeler yapılmış ve veri toplama aracı oluşturulmuştur. Daha sonra güvenilirlik için biri Gelibolu limanında biri de Hoşköy limanında olmak üzere iki balıkçıyla görüşme gerçekleştirilmiş ve kayda alınmıştır. Bir hafta sonra aynı kişilerle görüşülerek verdikleri cevaplar karşılaştırılmıştır. Cevapların birbirine çok benzer olduğu görülmüş ve veri toplama aracının güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Edinilen bilgiler ışığında içerik analiz yöntemi kullanılarak katılımcıların cevapları irdelenmiştir. İçerik analiziyle elde edilen veriler, birbirleriyle belirli temalar arasında sınıflandırılmış, böylelikle veriler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Çalışma içerisinde kodların ifade sıklıkları ve ağırlık puanları tablo halinde, her soru için verilmiştir. İfade sıklığı, ilgili kodun geçerliliğini göstermektedir. Katılımcıların ifadelerinde özellikle vurgu yapmak istedikleri ile sıradan olan ifadelerinin kodlanmasında ağırlık puanı verilmesi sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Ağırlık puanı hesaplaması, katılımcıların verdiği ifadelerin önem derecesine göre oluşturulmaktadır (Kişi vd., 2015).

Yapılan çalışma ile balıkçıların emniyet ekipmanları hakkında bilgileri, mesleki tehlike farkındalıkları, acil durumlar hakkındaki görüşleri, kazaya neden olan etken faktörlerin farkında olma seviyeleri, Boğazlardaki trafik düzeni, çatışmayı önleme kurallarını benimseme seviyelerini ve seyir emniyeti farkındalıkları irdelenmiştir.

### Bulgular

Araştırma kapsamında Yeniköy Limanı'nda 1 balıkçıyla, Kumkale Limanı'nda 1 balıkçıyla, Gelibolu taş iskelede 2 balıkçıyla, Şarköy Limanı'nda 2 balıkçıyla, Hoşköy Limanı'nda 4 balıkçıyla, Çakılıköy Limanı'nda 5 balıkçıyla, Karşıyaka Limanı'nda 5 balıkçıyla ve Kurşunlu Limanı'nda ise 3 balıkçıyla görüşme gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Katılımcıların profil bilgileri

| Katılımcı Kod Numarası | Yaş             | Öğrenim Durumu | Gemiadamı Yeterliliği | Hizmet Süresi   | Denizcilik Eğitim Kurumundan Mezuniyet |
|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------|--|
| K 1                    | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | Güverte Lost.         | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 2                    | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 3                    | 32-38 yaş arası | Ortaokul       | Usta Gemici           | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 4                    | 39-45 yaş arası | İlkokul        | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 5                    | 46 yaş ve üstü  | Ortaokul       | Balıkçı G. Kpt.       | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 6                    | 46 yaş ve üstü  | Lise           | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Evet - Lise                            |
| K 7                    | 46 yaş ve üstü  | Lise           | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Evet - Lise                            |
| K 8                    | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | Güverte Lost.         | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 9                    | 46 yaş ve üstü  | Ortaokul       | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 10                   | 46 yaş ve üstü  | Ortaokul       | Balıkçı G. Kpt.       | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 11                   | 25-31 yaş arası | Önlisans       | Sınırlı Kaptan        | 7-10 yıl arası  | Evet - Lise                            |
| K 12                   | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | A. Balıkçı G. K.      | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 13                   | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | Balıkçı G. Kpt.       | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 14                   | 39-45 yaş arası | Lise           | Sınırlı Kaptan        | 15 yıl ve üstü  | Evet - Lise                            |
| K 15                   | 25-31 yaş arası | Lise           | Güverte Lost.         | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 16                   | 32-38 yaş arası | Lisans ve üst. | Sınırlı Kaptan        | 10-15 yıl arası | Evet - Lise                            |
| K 17                   | 32-38 yaş arası | Lise           | Balıkçı G. Kpt.       | 10-15 yıl arası | Hayır                                  |
| K 18                   | 39-45 yaş arası | Lisans ve üst. | Sınırlı Kaptan        | 15 yıl ve üstü  | Evet - M.Y.O.                          |
| K 19                   | 46 yaş ve üstü  | Ortaokul       | Güverte Lost.         | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 20                   | 46 yaş ve üstü  | İlkokul        | Balıkçı G. Kpt.       | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 21                   | 39-45 yaş arası | Lisans ve üst. | Güverte Lost.         | 15 yıl ve üstü  | Hayır                                  |
| K 22                   | 32-38 yaş arası | Lisans ve üst. | A. Balıkçı G. K.      | 10-15 yıl arası | Hayır                                  |
| K 23                   | 46 yaş ve üstü  | Lise           | A. Balıkçı G. K.      | 10-15 yıl arası | Hayır                                  |

Katılımcılarla yapılan görüşme toplamda 593 dakika sürmüştür. Ortalama süre ise katılımcı başına 25,8 dakika olmuştur. Görüşmeler katılımcıların izni doğrultusunda ses kaydına alınmıştır. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Etik Kurulu onayında da belirtildiği üzere ses kaydı yazıya döküldüğünde herhangi bir yedekleme yapılmadan ses kaydı silinmiştir.

Görüşme süreci tamamlandı ses kaydı yazıya döküldükten sonra (deşifre) içerik analizi gerçekleştirilmiştir

ve görüşmede yer alan anahtar kelimeler kodlanmıştır. Kodlar, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi'nde görevli bir doçent ünvanlı akademisyene gönderilerek uzman görüşüne sunulmuştur. Gerekli düzeltmeler yapılarak son hali verilmiştir. Kodlanan kelimelerin ifade sıklıkları ve ağırlıklı puanları hesap edilmiştir. Ağırlıklı puan, ifade gücüyle doğru orantılı olarak artan veya azalan, kodlanan kelimelerin sayısal bir çözümlemeye kullanılması amacıyla oluşturulan bir sistemattir.

**Tablo 2.** Ağırlıklı puanlama örneği (Kan, 2016)

| İfade Kodunun Tipi | Örnek   | Ağırlık Puanı |
|--------------------|---|---------------|
| Normal İfade       | Boğazda karşıdan karşıya geçerken<br><b>gemilere, ....., vb. şeylere dikkat ediyorum.</b> | 1             |
| Kuvvetli İfade     | Boğazda karşıdan karşıya geçerken<br><b>gemilere dikkat ediyorum.</b>                     | 2             |
| Çok Kuvvetli İfade | Boğazda karşıdan karşıya geçerken<br><b>en çok gemilere dikkat ediyorum.</b>              | 3             |

Katılımcılara ilk olarak, kendi mesleklerinin can güvenliği açısından tehlikesini numaralandırmaları istenmiştir. Bu kapsamda, en az tehlikeyi "1" olarak ve en çok tehlikeyi ise "10" olarak kodlandığı ve nedeni ile birlikte bu sayılar arasında cevap vermeleri istenmiştir. Tablo 3'de ifade sıklığına göre kodların sıralanışı yer almaktadır.

**Tablo 3.** Balıkçılığın can güvenliği açısından tehlike seviyesinin ifade sıklığına göre sıralanışı

| Tehlike Seviyesi | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|------------------|---------------|---------------|
| 7                | 9             | 6             |
| 8                | 14            | 6             |
| 6                | 5             | 5             |
| 9                | 7             | 3             |
| 10               | 7             | 3             |

Balıkçılık mesleğinin tehlike seviyesi sorusuna verilen yanıtlar çerçevesinde, tehlike seviyesini 6 olarak nitelendiren 5 katılımcı olduğu ve ağırlık puanının da 5 olduğu tespit edilmiştir. Tehlike seviyesini 7 olarak nitelendiren katılımcı sayısı ise 6 kişi ve ağırlık puanı 9 çıkmıştır. Tehlike seviyesine cevap olarak 8 diyen kişi sayısı 6 ve ağırlık puanı 14'e denk gelen ifadeler kullanılmıştır. Balıkçılık mesleğinin tehlikesini 9 olarak nitelendiren katılımcı sayısı 3 ve ifadelerinin analizi yapıldığında ağırlık puanının 7 olduğu görülmektedir. En

yüksek tehlike seviyesi olan 10 cevabını veren kişi sayısı 3 ve ifadelerin ağırlık puanı ise 7 olarak tespit edilmiştir.

Katılımcılara denizde emniyet ile ilgili 2. soru olarak "Acil durum deyince aklınıza ne geliyor? Sizce bir gemide oluşabilecek acil durumlar nelerdir?" sorusu ve daha önce kaza yaşayıp yaşamadıkları, acil durumlara karşı aldıkları önlemler, talim yapıp yapmadıkları ve sıklığı ve acil durumda kendilerini yeterli görüp görmedikleri konusunda da sondaj sorular sorulmuştur. Tablo 4'te ifade sıklığına göre kodların sıralanışı yer almaktadır.

Balıkçılara sorulan acil durumlarla ilgili soruya verilen cevaplar kapsamında 4 katılımcı fırtınanın riskli bir durum olduğunu ifade etmiş ve ağırlık puanı 7 olarak bulunmuştur. 18 katılımcı ise personel yaralanması/ölmesi kapsamında ifadeler kullanmış ve ağırlık puanı ise 31 olarak tespit edilmiştir. Çatışma kodu için 6 ifade kullanılmış ve ağırlık puanı 9 olmuştur. Katılımcılardan 14'ü yangın ifadesini kullanmış ve 19 ağırlık puan hesaplanmıştır. Tekne batması/su alma konusunda 10 katılımcı 16 ağırlık puana denk gelen ifadeler kullanmışlardır. 8 katılımcı makine arızası konusunda ağırlık puanı 11 olacak şekilde ifadelerde bulunmuşlardır. Denize adam düşme konusunda 6 katılımcı toplamda 8 puanlık ifadeler kullanmışlardır. Talim konusunda 11 katılımcı ağırlık puanı 21'e denk gelen ifadeler beyan etmişlerdir. 22 katılımcı kendine güven kapsamında ifadeler kullanmış ve ağırlık puanı 49 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Acil durumlar hakkında sorulan soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                             | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| Kendine güven                   | 49            | 22            |
| Personel yaralanması/<br>Ölmesi | 31            | 18            |
| Yangın                          | 19            | 14            |
| Talim                           | 21            | 11            |
| Tekne batması/Su alma           | 16            | 10            |
| Makine arızası                  | 11            | 8             |
| Çatışma                         | 9             | 6             |
| Denize adam düşmesi             | 8             | 6             |

Katılımcılara denizde emniyet ile ilgili 3. soru olarak “Denizde güvenlik kapsamında seyre çıkmadan önce düzenli olarak yaptığınız işlemler var mı? Varsa nelerdir?” sorusu sorulmuştur. Verilen cevaplardaki ifadelerin sıklığı ve ağırlık puanı Tablo 5’de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Seyir öncesi emniyet kontrolü hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                                      | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|--|---------------|---------------|
| Düzenli Kontrol Etme                     | 25            | 12            |
| Sörvey Çekincesi                         | 24            | 11            |
| Ekipmanların<br>Konumunu Kontrol<br>Etme | 20            | 11            |
| Düzenli Kontrol<br>Etmeme                | 17            | 10            |
| Önemli Görme                             | 20            | 8             |

Katılımcılara sorulan seyir öncesi emniyetle ilgili bir kontrol yapıp yapmadıkları konusundaki soruya 11 kişi ekipmanların konumunu kontrol ettiklerini beyan etmiş ve toplamda 20 ağırlık puana denk gelen ifadeler kullanmışlardır. Düzenli kontrol etme kodunu 12 katılımcı kullanmış ve ağırlık puanı 25 çıkmıştır. Düzenli kontrol etmeme kodunun frekansı 10 ve ağırlık puanı 17 olarak bulunmuştur. Katılımcılardan sörvey çekincesi kodunu kullanan 24 kişi ağırlık puanı 24 olan ifadeler kullanmışlardır. 8 katılımcı önemli görme kodunu söylemlerinde kullanmış ve ağırlık puanı 20 olarak tespit edilmiştir.

Katılımcılara denizde emniyet ile ilgili 4. soru olarak “Balıkçı gemilerinde meydana gelen kazaların nedenleri sizce neler olabilir?” sorusu sorulmuştur. Verilen cevaplardaki ifadelerin sıklığı ve ağırlık puanı Tablo 6’da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Balıkçı gemileri kaza nedenleri hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                  | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|----------------------|---------------|---------------|
| Dikkatsizlik         | 30            | 16            |
| Yorgunluk            | 22            | 9             |
| Kendine çok güvenme  | 21            | 9             |
| Yetersiz gözcülük    | 9             | 4             |
| Deniz tutması        | 4             | 3             |
| Ekipman yetersizliği | 5             | 2             |
| Maddi kazanç arzusu  | 5             | 2             |

Katılımcılara balıkçı gemilerinde meydana gelen kazaların sebepleri konusunda sorulan soruya cevaben 9 katılımcı kendine çok güvenme kodunu telaffuz etmiş ve ağırlık puanı 21 olarak bulunmuştur. Deniz tutması kodu ile ilgili 3 katılımcı söylemde bulunmuş ve ağırlık puanı 4 olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların 9’u yorgunluk kodunu kullanmış ve ağırlık puanı 22 olarak hesaplanmıştır. Katılımcılardan 16’sı dikkatsizlik kodunu beyan etmiş ve toplam ağırlık puanı 39’a karşılık gelen ifadeler kullanmışlardır. Ekipman yetersizliği kodunu 2 katılımcı tekrarlamış ve ağırlık puanı 5 olarak tespit edilmiştir. Katılımcılardan 4’ü yetersiz gözcülük hususunu vurgulayarak ağırlık puanı 9 olan ifadeler kullanmışlardır. Maddi kazanç arzusu kodunu 2 katılımcı kullanmış ve ağırlık puanı 5 olarak bulunmuştur.

Araştırmanın ikinci bölümü olan seyir emniyeti farkındalığı ölçme konusunda 1. soru olarak katılımcılara “Türk Boğazlarının (Çanakkale ve İstanbul Boğazları) trafik yoğunluğu hakkında ne düşünüyorsunuz?” sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplara istinaden ifade sıklıkları ve ifadelerin ağırlık puanları hesaplanmış ve Tablo 7’de gösterilmiştir.

Katılımcılara yöneltilen boğazların trafik yoğunluğu hakkındaki soruya cevaben verilen ifadelerde yoğun kodunu 15 katılımcı kullanmış ve 39 ağırlık puanı hesaplanmıştır. İstanbul Boğazı’nı yoğun olarak nitelendiren 16 katılımcı olmuş ve toplamda 45 ağırlık puanına denk gelen ifadeler kullanmışlardır. Çanakkale VTS’in düzenli takibi kodunu kullanan katılımcı sayısı 4 ve ifadelerinin ağırlık puanı 11 olarak bulunmuştur. Katılımcılardan 3’ü cezai uygulamalar kodunu tekrar etmiş ve 7 ağırlık puanına denk gelen ifadeler kullanmışlardır. Özel tekne yoğunluğu kodunu ise 7 katılımcı kullanmış ve ifadelerinin ağırlık puanları 17 olarak bulunmuştur. Çanakkale Boğazı’nın yoğun olduğunu belirten 8 katılımcı olmuş ve toplamda 8 ağırlık puanına eşdeğer ifade bulunmuşlardır. 2 katılımcı düzenli trafik kodunu kullanmış ve ağırlık puanı 4 olan açıklamalarda bulunmuşlardır.

Katılımcılara seyir emniyeti konusunda 2. soru olarak “Boğazların meteorolojik ve coğrafi özellikleri hakkında

bilginiz var mı? Temel özelliklerinden bahseder misiniz?" sorusu yöneltilmiştir. Soruya istinaden katılımcıların verdiği cevaplardaki ifade sıklığı ve ağırlık puanı tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Boğazların trafik yoğunluğu hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                             | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| İstanbul boğazı yoğun           | 45            | 16            |
| Yoğun                           | 39            | 15            |
| Özel tekne yoğunluğu            | 17            | 7             |
| Çanakkale Boğazı yoğun          | 8             | 7             |
| Çanakkale VTS'in düzenli takibi | 11            | 4             |
| Cezai uygulamalar               | 7             | 3             |
| Düzenli trafik                  | 4             | 2             |

**Tablo 8.** Boğazların özelliklerini bilme becerisi hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                                | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Coğrafi özelliklerini bilme        | 43            | 20            |
| Hava raporlarını takip etme        | 53            | 19            |
| Meteorolojik özellikleri bilme     | 33            | 18            |
| Seyir cihazlarını kullanma         | 22            | 8             |
| Boğaz özelliklerini bilme avantajı | 19            | 8             |

Katılımcılara yöneltilen Boğaz'ların özelliklerini bilme becerisi hakkındaki soruya verilen cevaplarda, meteorolojik özelliklerini bilme kodunu 18 katılımcı tekrar etmiş ve 33 ağırlık puanına denk gelen ifadelerde bulunmuşlardır. Coğrafi özelliklerini bilme kodu ile ilgili ise 20 katılımcı toplamda 42 ağırlık puana eşdeğer ifadeler kullanmışlardır. Katılımcılardan 19'u hava raporlarını takip etme kodunu kullanmış ve ifadelerinin ağırlık puanı 53 olarak hesaplanmıştır. Seyir cihazlarını kullanma kodunu 8 katılımcı tekrar etmiş ve ifadelerindeki ağırlık puan 22 olarak tespit edilmiştir. Yine 8 katılımcı Boğaz özelliklerinin bilinmesinin bir avantaj olduğunu belirterek ağırlık puanı 19 olan ifadeler kullanmışlardır.

Katılımcılara seyir emniyeti kapsamında 3. soru olarak "Boğazlardaki gemi seyri ile ilgili düzenlemeler nelerdir?" sorusu yöneltilmiştir. Soruya istinaden katılımcıların verdiği cevaplardaki ifade sıklığı ve ağırlık puanı tablo 9'da gösterilmiştir.

**Tablo 9.** Boğazlardaki seyir düzenlemeleri hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                              | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|----------------------------------|---------------|---------------|
| Seperasyon                       | 40            | 20            |
| VTS/Sektörler                    | 38            | 19            |
| Trafik düzeni bilgisi            | 16            | 7             |
| Seyir yardımcıları               | 9             | 5             |
| Düzenlemeleri tecrübeyle öğrenme | 6             | 2             |
| Telsiz iletişimi kurma           | 4             | 2             |
| Yasak sahalara                   | 4             | 2             |

Katılımcılara yöneltilen boğazlardaki seyir düzenlemeleri hakkındaki soruya cevaben VTS/Sektörler kodunu tekrar eden 19 kişi olmuş ve toplamda 38 ağırlık puanına denk gelen ifadeler kullanmışlardır. Seperasyon kodunun frekansı 20 ve ağırlık puanı 40 olarak hesaplanmıştır. Telsizle iletişim kurma kodunu 2 katılımcı tekrar etmiş ve toplam 4 ağırlık puanına denk gelen ifade kullanmışlardır. Düzenlemeleri tecrübeyle öğrenme kodunun frekansı 2 ve ağırlık puanı 6 olarak tespit edilmiştir. Katılımcılardan 2'si yasak sahalara kodunu ağırlık puanı 4 olan ifadelerle kullanmışlardır. Trafik düzeni kodunu 7 katılımcı kullanmış ve ağırlık puanı 16 olmuştur. Seyir yardımcıları kodunu 5 katılımcı toplamda 9 ağırlık puanına denk gelen ifadelerle kullanmışlardır.

Katılımcılara seyir emniyeti konusunda 4. soru olarak "COLREG'in tanımını yapabilir misiniz?" sorusu ve Boğazdan karşıdan karşıya geçiş prosedürleri, seperasyon içerisinde balıkçılık uğraşı ve seperasyonda geçiş üstünlükleri konularında da sondaj sorular sorulmuştur. Soruya istinaden verilen cevaplarda belirlenen kodların ifade sıklığı ve ağırlık puanları tablo 10'da gösterilmiştir.

**Tablo 10.** Denizde çatışmayı önleme tüzüğü hakkındaki soruya verilen cevapların ifade sıklığına göre sıralanışı

| Kod                               | Ağırlık Puanı | İfade Sıklığı |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Geçiş Önceliği                    | 52            | 23            |
| Seperasyonda Avlanmama            | 43            | 20            |
| Transit Gemi Geçişine Dikkat Etme | 37            | 19            |
| COLREG Kitabı                     | 23            | 17            |
| Çatışma                           | 22            | 10            |
| Sektöre Bilgi Verme               | 7             | 5             |
| COLREG Bilgi Eksikliği            | 6             | 3             |
| Yabancı Dil Eksikliği             | 6             | 3             |



Katılımcılar Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü ile ilgili sorulan soruya verdikleri cevaplara istinaden çıkarılan kodlardan Colreg Kitabı kodu 17 katılımcı tarafından tekrar edilmiş ve ağırlık puanı 23 olan ifadeler kullanmışlardır. Çatışma kodunun frekansı 10 ve ifadelerin ağırlık puanı 22 olarak tespit edilmiştir. Katılımcılardan 19'u transit gemi geçişine dikkat etme kodunu toplam ağırlık puanı 37'ye eşdeğer ifadelerle kullanmışlardır. Seperasyonda avlanmama kodunu ise 20 katılımcı kullanmış ve ifadelerin ağırlık puanı 43 olarak hesaplanmıştır. Geçiş önceliği kodunun frekansı 23 ve ağırlık puanı 52 olarak tespit edilmiştir. Katılımcılardan 5'i sektöre bilgi verme kodunu kullanmış ve ifadelerin toplam ağırlık puanı 7 olarak hesaplanmıştır. Colreg bilgi eksikliği kodunun frekansı 3 ve ağırlık puanı ise 6 olarak bulunmuştur. 2 katılımcı yabancı dil eksikliği kodunu ağırlık puanı 6 olan ifadelerle kullanmışlardır.

### Tartışma ve Sonuç

Balıkçılar, kendi mesleklerinin tehlikeli olduğunu farkındalar ifadesini kullanmak yanlış olmayacaktır. Analiz sonucuna bakıldığında, tehlike seviyesinin ağırlıklı olarak 7 ve 8 olarak nitelendirildiği ve ağırlık puanına bakıldığında 8 ifadesinin daha kuvvetli ifadelerle desteklendiği görülmektedir. Bu sebeple yüksek tehlikeli bir meslek olduğunu vurgulamışlardır kanaatine varılabilmektedir.

Katılımcıların vermiş olduğu acil durum örnekleri ve acil durum tanımlarına bakıldığında, kaza geçiren balıkçıların, yapmış oldukları kaza türlerini ilk sırada acil duruma örnek olarak verdiği görülmüştür. Bu sebeple, tecrübeyle öğrenmenin balıkçılıkta daha etkili olduğu kanısına varılabilir. Ağırlık puanı ve ifade sıklığı en yüksek olan kod kendine güven olmuştur. Kendine fazla güvenme 49 ağırlık puanıyla, katılımcıların 22'si tarafından acil duruma sebebiyet verebilecek bir faktör olduğunu vurgulamışlardır.

Katılımcıların 12'si seyir öncesinde emniyet ekipman ve donanımlarını kontrol ettiğini 25 ağırlık puanıyla ifade etmişlerdir. Bulunan ağırlık puan, bu konuya orta derecede bir önem verdiklerini göstermektedir. Düzenli kontrol yapan balıkçıların ise ifadelerinde sörvey çekincesi geçmektedir. 11 katılımcı 24 ağırlık puanla bu kodu kullanmışlardır. Dolayısıyla düzenli kontrol koduyla eşdeğer olduğu görülmektedir. Sörvey çekincesiyle ekipman kontrolü yapıldığı sonucuna ulaşmak mümkün görülmektedir.

Balıkçılıkta meydana gelen kazaların nedeni sorusuna verilen cevaplarda, dikkatsizlik en çok tekrar edilen ifade olmuştur. Dikkatsizliği 39 gibi yüksek bir ağırlık koduyla tekrarlamaları da, bu hususu en önemli problem olarak düşündükleri kanısına varmayı sağlamaktadır. Mesleklerinin tehlikeli olduğunu beyan eden bir grubun, yaşadıkları kazaların sebebinin dikkatsizlik olması ciddi bir sorunun var olduğunu göstermektedir. Balıkçıların daha fazla kazanma arzusu, ekipman yetersizliği, yorgunluk ve kendine çok güvenme gibi nedenlerin de tetiklediği dikkatsizliğin asıl nedeni olarak bir katılımcı,

emniyet farkındalıklarının çok düşük olduğunu ve bunun bir kültüre dönüşmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Türk Boğazları ile ilgili sorulan sorulara verilen cevaplara bakıldığında boğazlarda bir yoğunluğun olduğu ancak İstanbul Boğazı'nın çok daha yoğun olduğu cevabı alınmıştır. İstanbul Boğazı kodunu 45 gibi yüksek ağırlık puanıyla ifade etmeleri bu yoğunluğun farkında olduklarını ortaya koymaktadır. Balıkçılar, genellikle özel teknelerin yoğunluk oluşturduğunu söylemiş ve bu yoğunluğun sebeplerine kendilerini dahil etmemişlerdir. Çanakkale Boğazı'nda düzenli takip edildiklerini, İstanbul Boğazı'nda ise VTS'nin (Vessel Traffic Service) kendilerini takip etmediklerini beyan etmişlerdir. Bunun nedenini ise İstanbul Boğazı'nın çok yoğun olmasını göstererek kendilerine karıştırılmadığı ifadesini kullanmışlardır. Ancak katılımcıların neredeyse tamamının boğazlardaki trafik yoğunluğunun farkında oldukları görülmektedir.

Boğazları kullanan balıkçıların neredeyse tamamı, boğazların coğrafi ve meteorolojik özelliklerini bildiğini beyan etmişlerdir. Ağırlık puanlarının yüksek olması da bu konuya önem verdiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca seyir cihazlarını da düzenli kullanarak seyir emniyetine katkıda buldukları görülmektedir. Balıkçılar hava raporlarını takip ettiklerini yüksek bir ağırlık puanıyla ifade etmişlerdir. Tüm bunlara bakılınca, balıkçıların seyir emniyetine önem verdikleri yorumu yapılabilmektedir.

Balıkçıların boğazlardaki seyir düzenlemeleri hakkında sorulan soruya verdikleri cevaplara bakıldığında, genellikle önemli düzenlemeleri söyleyebilmiş ve seperasyon (gemi trafik düzeni) kodunu yüksek bir ağırlık puanla ifade etmişlerdir. Bu da balıkçıların, gemi trafik düzenini önemli gördüklerine işaret etmektedir. VTS ile iletişime geçmekten çekinmedikleri ve sektörlerin telsiz kanallarını sürekli dinledikleri tespit edilmiştir.

Balıkçıların büyük bir bölümünün denizde çatışmayı önleme tüzüğünü bir kitaptan ibaret olduğunu varsaydıkları görülmüştür. Geçiş önceliğinin çok katı bir kural olduğu verdikleri ifadelerin ağırlık puanından anlaşılmaktadır. Seperasyonda avlanmadıklarını beyan eden balıkçılar, cezai yaptırımının çok ağır olduğunu ve bu konuya tolerans gösterilmediğini söylemişlerdir. Cevaplardaki tüm ifadelerle bakıldığında, uyulmadığında cezai yaptırım içeren kurallara önem verdiğini, onun dışındaki trafik kurallarını dikkate almadıkları yorumu yapılabilmektedir.

Genel bir ifade kullanılacak olursa, verilen cevapların analizleri sonucu, balıkçıların denizde emniyet farkındalıklarının düşük olduğu ve çoğunlukla maddi bir gider olarak gördükleri tespit edilmiştir. Buna rağmen, seyir emniyeti farkındalığı konusunda daha iyi bir konumda oldukları görülmektedir.

Acil durumların farkında oldukları fakat bu konuyu yeterince ciddiye almadıkları tespit edilmiştir. Kullandıkları ifadelerin ağırlık puanlarına bakıldığında bu varsayımın doğru olduğu açıkça görülmektedir. Görüşme sürecinde neredeyse tüm katılımcılardan bilgiye ulaşmak

konusunda sıkıntı yaşadıklarına dair ifadeler alınmıştır. Bu kapsamda su ürünleri kooperatiflerine, danışman olarak destek verebilecek bir görevlinin, düzenli ziyaret gerçekleştirerek gerekli bilgilerin verilmesi hususu önem arz etmektedir. Böylece eğitim eksikliklerinin de önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Seyir emniyeti farkındalıklarının kazançla doğru orantıya sahip olduğu görülmektedir. Özellikle ekipmanlarının çok teknolojik ve yeni olduğu, bu donanımların da daha çok av verimine ulaşma konusunda çok ciddi katkıları olduğunu vurgulamışlardır. Seyir cihazlarını kullanma kodunda ifade sıklığı 8 olmasına rağmen ağırlık puanının 22 çıkması da cihazların kullanılmasına verdikleri önemi göstermektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Burhan Taşlı'nın Doktora Tezinden üretilmiştir. Hoşköy, Yeniköy, Kumkale, Gelibolu, Şarköy, Çakılıköy, Karşıyaka ve Kurşunlu Su Ürünleri Kooperatif Başkanlarına ve üyelerine, araştırmamıza katıldıkları için teşekkür ederiz.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Yazar Katkıları

B. Taşlı ve A. Ayaz araştırmayı planladı ve tasarladı. Yazarlar sonuçları tartıştılar ve makalenin son şekline katkıda bulundular.

### Etik Onay

Bu çalışma, ÇOMÜ Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.02.2022 tarih ve 04/14 karar nolu belgesi ile gerçekleştirilmiştir.

### Kaynaklar

- Akyıldız, H. (2015). Formal Safety Assessment of a Fishing Vessel. *Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 1, 31-46.
- Aytepe, H. G., Dalyan, O., Dalyan, H., & Pişkin, M. (2021). Bazı Balıkçı Teknelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. *OHS ACADEMY*, 4(3), 1-13.
- Bye, R., Lamvik, G. M. (2007). Professional culture and risk perception: Coping with danger on board small fishing boats and offshore service vessels. *Reliability Engineering and System Safety*, 92, 1756–1763.
- Demir, İ. (2016). Deniz Kazalarını ve Olaylarını Araştırma ve İnceleme Yönetmeliği Üzerine Değerlendirmeler. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 879-904.
- EMSA, (2021). European Maritime and Safety Agency. Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2021. Online. 15 Haziran 2021,

<http://www.emsa.europa.eu/we-do/safety/accidentinvestigation/items.html?cid=141&id=4378>.

- Fernando, P. M., & Rubén L. P. (2006). IMO and The Safety Of Fishing Vessels: Past, Present And Future. 1.
- Havold, J. I. (2010). Safety culture aboard fishing vessels. *Safety Science*, 48, 1054–1061.
- Jin, D., & Thunberg, E. (2005). An analysis of fishing vessel accidents in fishing areas off the northeastern United States. *Safety Science*, 43, 523–540.
- Kan, E., & Köseoğlu, B. (2019). A Qualitative Study on Determining the Criteria (to be) Used in Recruiting Oceangoing Watchkeeping Officers. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 11(2), 221-236.
- Kan, E., & Kişi, H. (2016). Köprüüstü Tasarımı Ergonomik Analizi Kullanıcı Algısı Üzerine Bir Çalışma. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(2), 113-133.
- Kıncal, R. Y. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Nobel Yayıncılık: Ankara.
- Kişi, H., Fışkın, R., Uçan, E., Şakar, C., Çakır, E., Kaya, A. Y., & Gülcan, T. A. (2015). Limanlarda Operasyonel Planlama: Türk Limanlarının Mevcut Durumu Üzerine Bir Çalışma. *Journal of ETA Maritime Science*, 3(1), 37-46.
- Kuleyin, B., & Aytekin, H. (2015). Çanakkale Boğazı'nda 2004-2014 Yılları Arasında Gerçekleşen Deniz Kazalarının Analizi ve Kazaların Önlenmesine Yönelik Öneriler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 21-38.
- Serper, Ö., & Gürsakal, N. (1989). *Araştırma Yöntemler*. İstanbul: Filiz Kitapevi
- Smirnova, O. V. (2018). Situation Awareness for Navigation Safety. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12(2), 383-388.
- Taylor, S. J., Bogdan, R., & DeVault, M. L. (2016). Introduction to Qualitative Research Methods A Guidebook and Resource. *John Wiley & Sons, Inc: New Jersey*.
- Tok, V. (2015). Mersin Körfezi Trol Balıkçıların Denizde Güvenlik Farkındalıklarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin.
- Tracy, S. J. (2013). Qualitative Research Methods Collecting Evidence, Crafting Analysis, Communicating Impact. *John Wiley & Sons, Ltd.: West Sussex*.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## RESEARCH ARTICLE

# Determination of Noise Pollution Exposed by Employees on Fishing Vessels in Mersin Region

Gökhan Teyfik GÖÇER<sup>1</sup>, Alkan ÖZTEKİN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Terzioğlu Yerleşkesi, 170020 Merkez/Çanakkale/Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Terzioğlu Yerleşkesi, 170020 Merkez/Çanakkale/Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-0987-5108>

<https://orcid.org/0000-0003-3914-9788>

Received: 14.11.2022 / Accepted: 19.12.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Fishing ship  
Noise  
Occupational safety  
Mersin

**Abstract:** Mersin province is an important fisheries region in southern Turkey. Most of the fishing activities are carried out by fishing boats but there is limited information on the working conditions of the personnel on fishing boats. Exposure to high machinery noise on fishing vessels is an important safety factor. In this study, noise levels on 6 different fishing vessels in the Mersin region were determined by on-site measurements. In personal noise exposure calculations, a task-based measurement strategy was used, considering the TS EN ISO 9612 standard. It has been determined that the daily exposure levels of the captains and crew are in the range of 72-80 dB(A) and 77-87 dB(A), respectively. Crews are exposed to higher levels of noise than captains.

### Anahtar kelimeler:

Balıkçı gemisi  
Gürültü  
İş güvenliği  
Mersin

## Mersin Bölgesindeki Balıkçı Gemilerinde Çalışanların Maruz Kaldığı Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi

**Öz:** Mersin ili Türkiye'nin güneyinde birçok balıkçılık faaliyetinin yapıldığı yerlerdendir. Bu faaliyetlerin çoğunluğu balıkçı tekneleri ile icra edilmektedir ancak balıkçı teknelerinde çalışan personelin iş ve ortam koşulları fazla bilinmemektedir. Balıkçı teknelerinde personelin yüksek makine gürültüsüne maruz kalması önemli bir iş güvenliği sorunudur. Bu çalışmada, Mersin bölgesindeki 6 farklı balıkçı gemisinde gürültü seviyeleri yerinde ölçümlerle tespit edilmiştir. işisel gürültü maruziyet hesaplamalarında, akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için TS EN ISO 9612 standardı dikkate alınarak görev tabanlı ölçüm stratejisi kullanılmıştır. Kaptanların ve çalışanların günlük maruziyet düzeyleri, sırasıyla 72-80 dB(A) ile 77-87 dB(A) aralıklarında hesaplanmıştır. Mürettebatlar, kaptanlara kıyasla daha yüksek gürültü tehlikesine maruz kalarak çalıştıkları tespit edilmiştir.

## Giriş

Ülkemizde 2012 yılında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 6331 sayılı kanunun 30. maddesine dayanarak "Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" 2013 yılında yürürlük kapsamına alınmış ve bu yönetmeliğin 17. maddesinde balıkçı gemilerinde istihsal mevkileri ile istirahat mahallerindeki gürültü seviyesinin asgari düzeye çekilmesinin önemi belirtilmiştir. 2006 yılında "Balıkçı Gemilerinin Emniyeti Hakkında Yönetmelik" Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ise 24 m'den fazla Türk balıkçı gemilerini kapsamaktadır. Bu yönetmelikte ise makine alanlarında personel üzerinde gürültünün etkilerini Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO, 1982)

kodu'nda verilen seviyelere indirmek için tedbirler alınması hususuna yer verilmiştir (Aydemir, 2015; Tantoğlu, 2016). Balıkçı gemilerinde yapılan çalışmalarda çalışanın güvenliğini ve sağlığını etkileyen gürültü, çalışanlar için fizyolojik, psikolojik ve fiziksel risklere neden olmaktadır. Bu kapsamda; çalışanların 28.07.2013 tarihli ve 28721 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik'te belirtilen maruziyet sınır değerleri dikkate alınarak çalışmaları sağlanmalıdır (Tantoğlu, 2016). Bahse konu yönetmelik, 6331 sayılı Kanunun 30 uncu maddesine ve 9/1/1985 tarihli ve 3146 sayılı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanuna dayanılarak ve 6/2/2003

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

tarifli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır. Çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari gereklilikleri belirlemeyi amaçlamaktadır (Resmi Gazete, 2013).

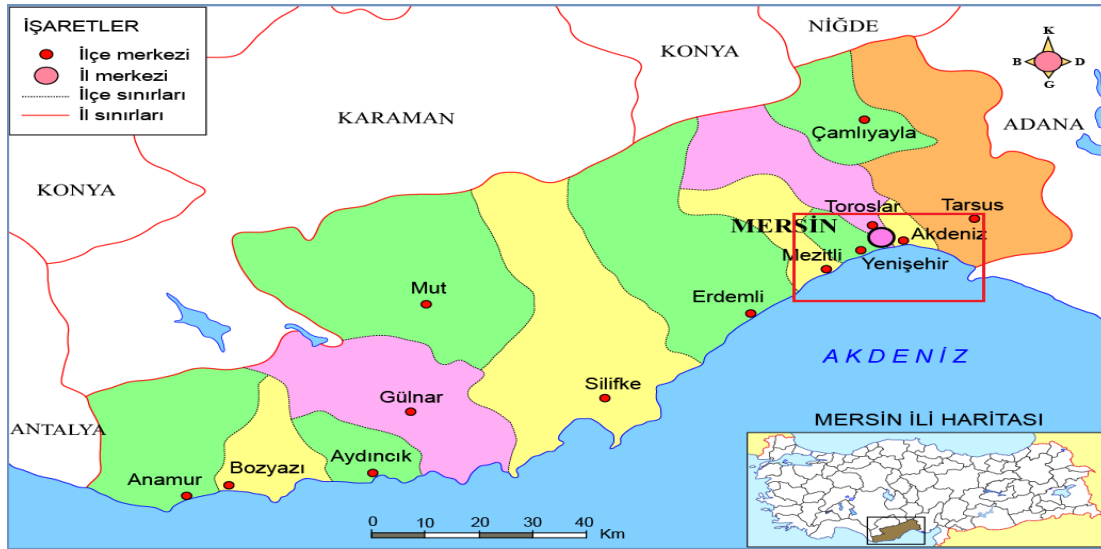
Ülkemizin Asya ve Avrupa'yı birleştiren konumda olması üretilen su ürünlerinin pazarlanabilmesini kolaylaştırmaktadır. Deniz ve iç su kaynaklarımızın yüzey alanı toplam 25 milyon hektar olup, bu rakam ülkemizin tarımsal faaliyetlerinin yürütüldüğü toprak alanı olan 28 milyon hektara yakındır (Candemir ve Özdemir, 2010). Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Mersin ilinde birçok balıkçılık faaliyeti yapılmaktadır. Mersin ili sınırları içinde Mersin, Taşucu ve Anamur olmak üzere 3 ayrı liman başkanlığı vardır. Bu liman başkanlıklarına kayıtlı toplam 3519 ticari veya amatör tekne bulunmaktadır. Balıkçılık sektöründe etkinlik ve verimlilik ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır. Sektördeki verimliliğin artışı ise çalışanların koşullarının düzeltilmesi ile paralellik göstermektedir.

Balıkçılık sektöründe çalışanlar, ortamdaki risklerden daha uzun süre etkilenmektedirler. Balıkçı teknelerinde yapılan faaliyetlerin önemli bir kısmının makinelerin

kullanımı ile yapıyor olması çeşitli tehlikeleri beraberinde getirmiştir. Su ürünleri istihsalı sırasında kullanılan makinelerden çıkan istenmeyen sesler gürültüye neden olmaktadır. Dünyada ve ülkemizde; tarım, imalat, inşaat, torna tesviye ve mobilya gibi birçok sektörde çalışanların kişisel gürültü maruziyet seviyelerinin tespiti üzerine çalışmalar yapıldığı gibi (Berglund vd., 1999; Sümer vd., 2006; Değer, 2015; Özkul, 2019; Çelik, 2019), denizcilik sektöründe de (Simard vd., 2010; Kurt vd., 2016; Azkeskin, 2016; Tidau ve Briffa, 2019; Diyaroğlu, 2009; Ayberk, 2011; Aydemir, 2015; Atak, 2017; Adalı ve Kılıç, 2020) birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak balıkçılık sektöründe çalışanların kişisel gürültü maruziyet seviyelerinin tespiti üzerine çok az çalışma mevcuttur (Burella vd., 2020). Ülkemizde ise balıkçı gemilerindeki gürültü seviyeleri üzerine çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada Mersin Bölgesi'ndeki balıkçı gemilerinde çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyeleri yerinde ölçümlerle tespit edilmiş ve ilgili mevzuatlar çerçevesinde gemi adamlarının sağlığı üzerine tavsiyeler sunulmuştur.

### Materyal ve Metot

Bu çalışma, Mersin ilinde faaliyet gösteren balıkçı teknelerinde, su ürünleri istihsalı esnasında, 2021 yılı Haziran, Temmuz ve Eylül ayları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma sahası

Ses ölçümlerinin yapıldığı balıkçı tekneleri, ölçümlerin gerçekleştirildiği bölgede bulunan tüm balıkçı teknelerini ve istihsal vasıtalarını temsil edecek şekilde belirlenmiştir.

### Balıkçı tekneleri

Çalışmada; su ürünleri istihsal vasıtalarına göre, farklı boy ve teknik özelliklerde balıkçı tekneleri kullanılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı balıkçı tekneleri; olta, paragat, trol, uzatma, voli ve gırgır teknesi olmak üzere altı farklı başlık altında verilmiştir (Altınağaç vd., 2008; Öztekin, 2012) (Tablo 1).

Çalışmada ölçümler, Uluslararası Standartlar Örgütünün yayınladığı ISO 9612:2009 standardına uygun olan tip2 Testo 816-1 gürültü seviyesi ölçüm cihazı ve kayıt cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Kişisel doz ölçümlerinde, Uluslararası Standartlar Örgütünün yayınladığı ISO 9612:2009 standardı Bölüm 5'te belirtilen IEC 61252 uygun TES-1355 kişisel gürültü dozimetresi kullanılmıştır. Ölçümler ve çalışanların maruziyet hesaplamaları; akustik çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün belirlenmesi-mühendislik yöntemi (TS EN ISO 9612:2009) uluslararası standardına göre yürütülmüştür.

**Tablo 1.** Ölçüm yapılan balıkçı teknelerinin teknik özellikleri

| Makine ve Gücü | Şanzıman     | Yapım Yılı | Tekne Tipi | Tekne Boyu (m) | İstihsal Vasıtaları   |
|----------------|--------------|------------|------------|----------------|-----------------------|
| Pancar 16 HP   | Köysan 1/2   | 2003       | Ahşa       | 2-7 m          | Uzatma ağı/ Paragat   |
| Iveco 450 HP   | ZF 1/4       | 2006       | Saç        | 5-21m          | Trol ağları           |
| Ford 85 HP     | Uygar 1/2    | 2005       | Ahşa       | 3-9 m          | Uzatma ağı/ El Oltası |
| Volvo 360 HP   | Givindis 1/3 | 2010       | Saç        | 5-13m          | Uzatma-Fanyalı Ağlar  |
| Pelkins 60 HP  | Uygar 1/2    | 1998       | Ahşa       | 4-11m          | Çevirme Ağları        |
| Iveco 420 HP   | ZF 1/3       | 2001       | Sac        | 6-20m          | Gırgır Ağları         |

Görevlerin süresinin belirlenmesinde, kaptanların görüşleri doğrultusunda bahse konu görevin ortalama ses basıncı seviyesini temsil edebilecek yeterlikte olmasına dikkat edilmiştir. Görevlerin süresinin 5 dakikadan kısa olduğu durumlarda, her bir ölçümün süresi görevin süresine eşit tutulmuştur. Daha uzun süren görevlerde her bir ölçümün süresi en az 5 dakika olacak şekilde en az 3 adet ölçüm gerçekleştirilmiştir. Yapılan üç ölçümün sonuçları arasında 3 dB veya daha fazla bir fark olduğu durumlarda; o göreve dair en az üç adet daha ölçüm gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümler ile bulunan ses basınç düzeyleri (300 değer) (dBA) kullanılarak, m görevi için “eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi ( $L_{Aeq}$ )” değerleri

$L_{p,AeqT,m} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,AeqT,mi}} \right]$  denkleminde göre hesaplanmıştır.

Günlük A filtreli gürültü maruziyet düzeyine ( $L_{EX,sh}$ ), m görevinin gürültü katkısının hesaplanmasında,  $L_{EX,sh,m} = L_{p,AeqT,m} + 10 \log \left[ \frac{T_m}{T_0} \right]$  denklemi kullanılmıştır.

Günlük A filtreli gürültü maruziyet düzeyleri ( $L_{EX,sh}$ ), ise

$L_{EX,sh} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,AeqT,m}} \right]$  ve

$L_{EX,sh} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,sh,m}} \right]$  denklemlerine göre hesaplanmıştır.

Çalışmada; kişisel maruziyet hesaplamaları, Excel'de Desibel Güç Ortalaması Alma hesaplama programı kullanılarak yapılmış olup tüm hesaplamalar numaralandırılarak kaydedilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, her bir görevin logaritmik ses basıncı ( $L_p$ ) düzeyi ve süresi göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmış ve Günlük gürültü maruziyet düzeyi ( $L_{EX}$ , 8saat), her tekne için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

## Bulgular

### Olta teknesine ait değerlendirmeler

Olta teknesinde ölçümler öncesinde yapılan incelemelerde, makine dairesi ile kış üstü arasında kaporta olmadığı tespit edilmiştir. Balıkçılar, farklı mevkilerde

avcılık yaptıklarından farklı intikal ve istihsal sürelerinde çalıştıkları için 3 ayrı durum için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, alıcı ile kaynak arasında kaporta olmadan ayrı günlerde, toplam 2 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Birinci ölçüm gününde, yakın mesafede (intikal süresi 1 saat) ikinci günde ise daha uzak mesafede (intikal süresi 2 saat) ölçümler gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, makine dairesi ile çalışma alanı olan kış üstü arasına kaporta imal edilerek üçüncü gün ölçümü, alıcı ile kaynak arasında yalıtım yapıldıktan sonra, 2. gün ölçümü ile aynı görev süreleri olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2, kaptan ve mürettebatın A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses seviyesi ( $L_{Aeq}$ ), tepe noktasının ham gürültü kaynağının maksimum seviyesi olduğu bir gürültü kaynağının veya ortamın değişen gürültü kaynağı miktarının büyüklüğünün bir ölçüsü olan kök ortalama karesinin maksimum seviyesi ( $L_{max}$ ) ve  $L_{EX}$  değerlerini içermektedir.

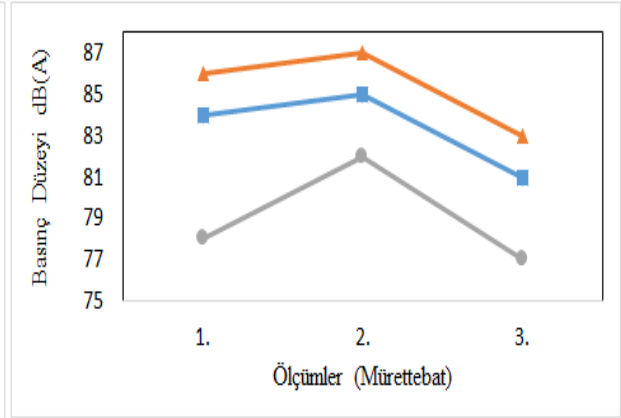
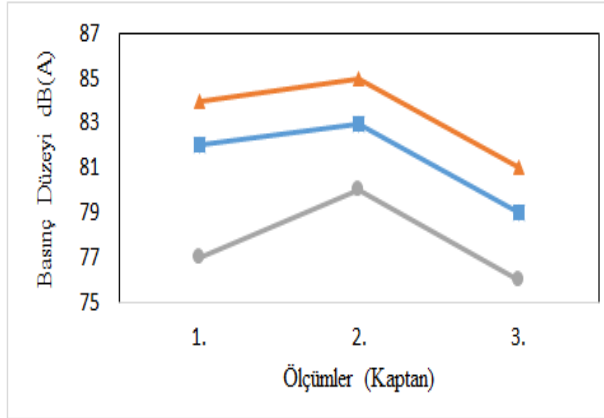
Olta teknesinde, makinenin aktif olmadığı ve el oltası ile istihsal yapıldığı süreçlerde, gürültü düzeyleri ölçülmüş ve bu değerlerin 53–57 dB(A) arasında değiştiği görülmüştür. Günlük maruziyet seviyelerinin hesaplanmasında, kaptan ve mürettebat için bu değer ortalama 55 dB(A) olarak dikkate alınmıştır. Tekneye ait makinenin çalışma durumuna göre yapılan ölçümlerde, eşdeğer ses basınç düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 95 ve 89 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Kaptanın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri; manevra ve intikal için sırasıyla, 75-79 dB(A) ve 79-83 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Kaptanın günlük maruziyet düzeyleri ise, 76-80 dB(A) aralıklarında değiştiği hesaplanmıştır. Kaptanın en yüksek tepe ses basınç seviyesi ( $L_{max}$ ), alıcı ile kaynak arasına kaporta imali öncesi (2.ölçüm) ve sonrası için (3.ölçüm) sırasıyla; 85 ve 81 dB(A) olarak kaydedilmiştir. Mürettebatın ölçüm sonuçlarına göre, eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri; manevra ve intikal için sırasıyla, 78-80 dB(A) ve 80-85 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Mürettebatın günlük maruziyet düzeyleri ise, 77-81 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Mürettebatın en yüksek tepe ses basınç seviyesi ( $L_{max}$ ), alıcı ile kaynak arasına kaporta imali öncesi (2.ölçüm) ve sonrası için (3.ölçüm) sırasıyla; 87 ve 83 dB(A) olarak kaydedilmiştir.

**Tablo 2.** Olta teknesi ölçüm verileri dB(A)

| Ölçümler | Kaptan                |                       |            |            | Mürettebat            |                       |            |            |
|----------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|
|          | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   |
| 1.       | 79,30±0,58            | 82,30±0,55            | 84,61±1,70 | 76,80±2,80 | 80,22±1,14            | 83,52±0,88            | 85,90±0,76 | 78,01±3,00 |
| 2.       | 79,42±0,46            | 83,42±0,64            | 85,20±1,81 | 80,12±3,00 | 80,40±0,53            | 84,92±0,61            | 86,72±1,80 | 81,50±2,99 |
| 3.       | 75,90±0,61            | 79,40±0,35            | 80,92±1,76 | 76,10±2,76 | 77,90±0,79            | 80,50±0,36            | 82,50±1,76 | 77,30±2,80 |

Kaptan ve mürettebat için intikal eşdeğer ses basınç düzeyleri, manevra eşdeğer ses basınç düzeylerine kıyasla daha yüksektir. Liman içerisinde emniyetli seyir

maksadıyla düşük süratte manevra yapılması ve istihsal mevkisine daha az sürede intikal edilmek istenilmesi, söz konusu farkı açıklamaktadır.

**Şekil 2.** Olta Teknesi  $L_{eq}$ ,  $L_{EX}$  ve  $L_{max}$  değerleri ( $L_{EX}$  (●),  $L_{max}$  (▲) ve  $L_{eq}$  (■))

Çalışmada yapılan hesaplamalar incelendiğinde; teknede oluşan gürültünün, kaptan için mürettebata kıyasla, daha az eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Aynı eğilim, günlük maruziyet seviyesi için de görülmüştür. Ölçüm yapılan teknede; kumanda dümeninin kış üstünde olması, gürültü kaynağı makinenin vasat kısımda bulunması ve mürettebatın gürültü kaynağına daha yakın çalışması, bahse konu farkı açıklamaktadır. Yapılan ikinci ölçüm değerlendirmesinde, kaptan ve mürettebat için hesaplanan günlük maruziyet değerleri, ilgili yönetmelikte belirtilen en düşük maruziyet eylem değerinden (80 dBA) ve birinci ölçümde hesaplanan günlük maruziyet değerlerinden yüksek bulunmuştur. İkinci gün ölçümünde; intikal görevinin (3,5 saat), birinci gün intikal görevine (2 saat) kıyasla daha uzun sürmesi (1,5 saat), diğer bir deyişle makinenin daha fazla çalışır kalması farkı açıklamaktadır. Yapılan üçüncü ölçüm değerlendirmesinde, kaptan ve mürettebat için hesaplanan günlük maruziyet değerleri, birinci ve ikinci ölçümde hesaplanan günlük maruziyet değerlerinden daha az bulunmuştur. Makine dairesi ile kış üstü arasında kaporta imal edilmesi ile alıcı ve kaynak arasında yalıtım sağlanması, söz konusu farkı açıklamaktadır. Ölçüm yapılan olta teknesinde, mürettebat sayıları ve günlük görev süreleri dağılımı değişkenlik göstermiştir. Günlük görev süreleri dağılımı, çalışanların gürültü maruziyetine

etki etmektedir. Mürettebat sayısı ve çalışma verileri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Olta teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Ölçümler | Mürettebat | Günlük | Manevra | İntikal | İstihsal |
|----------|------------|--------|---------|---------|----------|
| 1        | 3          | 8 sa.  | 0,5 sa. | 2 sa.   | 5,5 sa.  |
| 2        | 4          | 8 sa.  | 0,5 sa. | 3,5 sa. | 4 sa.    |
| 3        | 2          | 8 sa.  | 0,5 sa. | 3,5 sa. | 4 sa.    |

#### Paragat teknesine ait değerlendirmeler

Paragat teknesinde yapılan istihsal faaliyetleri, manevra sürati ile makine çalışır vaziyette olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, manevra ve istihsal görevlerinde aynı eşdeğer gürültü seviyeleri esas alınmıştır. Kaptan ve mürettebatın kış üstünde yan yana çalışması ise, aynı ses basınç düzeyine maruz kalmalarına neden olmuştur. Bu nedenle, günlük gürültü maruziyeti, kaptan ve mürettebat için ayrı ayrı hesaplanmamıştır. Paragat teknesi ile yürütülen avcılık faaliyetlerinde yapılan ölçüm sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te, çalışanların bulunduğu ortamlarda kulak seviyesinde  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  ile makinenin yük ve rölanti durumlarında oluşturduğu ses basınç seviyesi değerlerini de içermektedir.

**Tablo 4.** Paragat teknesi ölçüm verileri dB(A)

| Manevra/İstihsal ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$   | Makine Yük ( $L_{Aeq}$ ) | Makine Rölanti ( $L_{Aeq}$ ) |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|------------|--------------------------|------------------------------|
| 81,00±0,46                     | 92,30±0,81            | 96,22±1,8 | 86,70±3,01 | 112,00±1,80              | 92,10±1,81                   |

Paragat teknesi ile yapılan avcılık esnasında çalışanlar üzerinde yapılan ölçümlerle bulunan  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  verileri, ilgili yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Gürültü kaynağının tek silindir makine olan pancar motoru olması ve makine dairesi kaporta sızdırmazlığının yeterli olmaması, söz konusu durumu açıklamaktadır. Tekneye ait makinenin çalışma durumuna göre yapılan ölçümlerde, eşdeğer ses basınç düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 112 ve 92 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Mürettebat sayısı ve çalışma verileri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Paragat teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Mürettebat | Günlük | Manevra | Dinlenme | İntikal | İstihsal |
|------------|--------|---------|----------|---------|----------|
| 2          | 8 sa.  | 0,5 sa. | 3,5 sa.  | 2 sa.   | 2 sa.    |

**Trol teknesine ait değerlendirmeler**

Trol teknesi ile yürütülen avcılık faaliyetlerinde yapılan ölçüm sonuçları kaptan için Tablo 6'da, mürettebat için ise Tablo 7'de verilmiştir. Tablolar, çalışanların bulunduğu ortamlarda kulak seviyesinde  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  değerlerini içermektedir.

**Tablo 6.** Trol teknesi ölçüm verileri dB(A) (kaptan)

| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Kıç üstü ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Köprü üstü ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$  |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| 64,60±0,70            | 69,20±0,41            | 86,50±0,84                      | 72,20±0,40                        | 88,32±1,6 | 78,3±2,07 |

Kaptanın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 65-87 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Kaptanın günlük maruziyet düzeyi ise, 78 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Kaptanın maruziyet düzeyi, mürettebata (82 dBA) kıyasla daha az bulunmuştur. Kaptanın seyir

boyunca makine dairesinin iki üst güverte üzerinde bulunan köprü üstünde bulunması, başka bir deyişle kaptanın gürültü kaynağına uzak olması, farkı açıklamaktadır.

**Tablo 7.** Trol teknesi ölçüm verileri dB(A) (mürettebat)

| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Kıç üstü ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Yaşam alanı ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$  |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|
| 84,30±0,61            | 75,30±0,56            | 86,50±0,84                      | 72,60±0,50                         | 90,32±1,6 | 81,8±2,07 |

Mürettebatın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 73-87 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 82 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Mürettebatın maruziyet düzeyi, ilgili yönetmelikte belirtilen maruziyet eylem değerinin

üzerinde bulunmuştur. Makine dairesinin havalandırma sisteminin yetersiz kalması nedeniyle, makinelerin hararet yapmasını engellemek amacıyla kaportanın seyir boyunca açık tutulması, farkı açıklamaktadır. Mürettebat sayısı ve çalışma verileri Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Trol teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Mürettebat     | Günlük | Manevra | İstihsal köprüüstü | İntikal | İstihsal yaşam alanı | İstihsal Kıç üstü |
|----------------|--------|---------|--------------------|---------|----------------------|-------------------|
| Kaptan (1)     | 9 sa.  | 0,5 sa. | 4 sa.              | 3,5 sa. | -                    | 1 sa.             |
| Mürettebat (3) | 9 sa.  | 0,5 sa. | -                  | 3,5 sa. | 3 sa.                | 2 sa.             |

Trol teknesinde yapılan incelemelerde, çalışanlar için bulundurulması gereken kişisel kulak koruyucuların teknede mevcut olmadığı görülmüştür. Makine ses düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 106 ve 102 dB(A) olduğu tespit edilmiştir.

**Uzatma teknesine ait değerlendirmeler**

Uzatma teknesinde; makinenin aktif olmadığı, uzatma ağının istihsal maksadıyla denizde olduğu ve avlanan balıkların kasalara konulması süreçlerinde gürültü düzeyleri ölçülmüş; bu değerlerin 58-62 dB(A) arasında değiştiği görülmüştür. Günlük maruziyet seviyelerinin

hesaplanmasında, kaptan ve mürettebat için bu değer ortalama 60 dB(A) olarak dikkate alınmıştır. Uzatma teknesi ile yürütülen avcılık faaliyetlerinde yapılan ölçüm

sonuçları kaptan ve mürettebat için Tablo 9'da verilmiştir. Tablo 9, çalışanların bulunduğu ortamlarda kulak seviyesinde  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  değerlerini içermektedir.

**Tablo 9.** Uzatma teknesi ölçüm verileri dB(A)

| Kaptan                |                       |            |            | Mürettebat            |                       |            |            |
|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|
| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   |
| 73,80±0,74            | 77,40±0,35            | 81,50±1,61 | 73,80±2,70 | 78,50±0,29            | 82,90±0,44            | 91,40±1,76 | 79,10±2,70 |

Tekneye ait makinenin çalışma durumuna göre yapılan ölçümlerde, eşdeğer ses basınç düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 103 ve 88 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Mürettebatın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 79-83 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 79 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Kaptanın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 74-77 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 74 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Mürettebatın maruziyet düzeyi, yönetmelikte belirtilen değere yakın seviyededir. Kıç bordada bulunan makineye ait egzoz sisteminde susturucu olmaması ve personelin dinlenme alanlarında klima sistemi olmaması nedeniyle lumbozların açık bırakılması, söz konusu durumu açıklamaktadır. Günlük görev süreleri dağılımı ve mürettebat sayısı verileri Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Uzatma teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Mürettebat Sayısı | Günlük Süre | Manevra | Dinlenme Süresi | İntikal | İstihsal Serme/ Toplama |
|-------------------|-------------|---------|-----------------|---------|-------------------------|
| 4                 | 7 sa.       | 0,5 sa. | 2,5 sa.         | 3 sa.   | 1 sa.                   |

#### Voli teknesine ait değerlendirmeler

Voli teknesi ile yürütülen avcılık faaliyetlerinde yapılan ölçüm sonuçları kaptan ve mürettebat için Tablo 11'de verilmiştir. Tablo 11, çalışanların bulunduğu ortamlarda kulak seviyesinde  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  değerlerini içermektedir.

**Tablo 11.** Voli teknesi ölçüm verileri dB(A)

| Kaptan                |                       |            |            | Mürettebat            |                       |           |            |
|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$   |
| 73,60±0,34            | 79,00±0,19            | 91,20±1,51 | 74,00±2,50 | 77,80±1,50            | 82,00±0,19            | 105,1±1,7 | 77,20±2,40 |

Tekneye ait makinenin çalışma durumuna göre yapılan ölçümlerde, eşdeğer ses basınç düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 94 ve 86 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Mürettebatın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 78-82 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 77 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Kaptanın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 74-79 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 74 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Yapılan tüm ölçümler arasında en yüksek tepe ses basıncı ise 105 dB(A) olarak voli teknesinde ölçülmüştür. Ağların denize çevrilmesine müteakip, çekiç ile güverteye vurulması suretiyle balıkların rahatsız edilerek ağlara yönlendirilmesi işlemi, söz konusu durumu açıklamaktadır. Günlük görev süreleri dağılımı ve mürettebat sayısı verileri Tablo 12'de verilmiştir.

#### Gırgır teknesine ait değerlendirmeler

Gırgır teknesi ile yürütülen avcılık faaliyetlerinde yapılan ölçüm sonuçları kaptan için Tablo 13'de, mürettebat için ise Tablo 14'te verilmiştir. Tablolar, çalışanların bulunduğu ortamlarda kulak seviyesinde  $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  ve  $L_{EX}$  değerlerini içermektedir.

**Tablo 12.** Voli teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Mürettebat Sayısı | Günlük Süre | Manevra | Dinlenme Süresi | İntikal | İstihsal Serme/ Toplama |
|-------------------|-------------|---------|-----------------|---------|-------------------------|
| 3                 | 7 sa.       | 0,5 sa. | 3,5 sa.         | 2 sa.   | 1 sa.                   |

**Tablo 13.** Gırgır teknesi ölçüm verileri dB(A) (kaptan)

| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Serme ( $L_{Aeq}$ ) ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Toplama ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$  |
|-----------------------|-----------------------|--|--------------------------------|-----------|-----------|
| 68,30±0,17            | 70,70±0,22            | 73,10±0,24                                 | 77,70±0,20                     | 79,42±0,6 | 72,3±1,37 |



**Tablo 14.** Gırgır teknesi ölçüm verileri dB(A) (mürettebat)

| Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal Yaşam Alanı ( $L_{Aeq}$ ) ( $L_{Aeq}$ ) | İstihsal Serme ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$ | $L_{EX}$  |
|-----------------------|-----------------------|---|------------------------------|-----------|-----------|
| 77,70±0,40            | 80,70±0,20            | 78,20±0,14                                      | 82,80±0,20                   | 85,90±1,0 | 79,4±1,70 |

Tekneye ait makinenin çalışma durumuna göre yapılan ölçümlerde, eşdeğer ses basınç düzeylerinin yük ve rölanti durumlarında sırasıyla, 104 ve 100 dB(A) olduğu tespit edilmiştir. Mürettebatın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 78-83 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 79 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Kaptanın kulak seviyesinde eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, 68-78 dB(A) aralıklarında değişmiştir. Günlük maruziyet düzeyi ise, 72 dB(A) olarak

hesaplanmıştır. Mürettebatın maruziyet düzeyi, yönetmelikte belirtilen maruziyet eylem değerine yakın seviyededir. Makine dairesine ait havalandırmanın yeterli olmaması, makinelerde tatlı su hararetine neden olmaktadır. Makine dairesi kaportasının seyir boyunca açık bırakılması, bu durumu açıklamaktadır. Günlük görev süreleri dağılımı ve mürettebat sayısı verileri Tablo 15'de verilmiştir.

**Tablo 15.** Gırgır teknesi mürettebat sayısı ve çalışma süreleri

| Mürettebat Sayısı | Günlük Süre | Manevra | İstihsal köprüüstü | İntikal | İntikal yaşam alanı | İstihsal K1ç üstü |
|-------------------|-------------|---------|--------------------|---------|---------------------|-------------------|
| Kaptan (1)        | 9 sa.       | 0,5 sa. | 4,5 sa.            | 3 sa.   | -                   | 1 sa.             |
| Mürettebat (5)    | 9 sa.       | 0,5 sa. | -                  | 1,5sa.  | 1,5 sa.             | 5,5 sa.           |

#### Genel değerlendirmeler

Çalışmada, tüm balıkçı tekneleri için ölçülen ses basınç seviyeleri ve hesaplanan gürültü değerleri için, genel

olarak mürettebatın kaptanlara kıyasla daha yüksek gürültü maruziyeti ile çalışmakta oldukları tespit edilmiştir. Tüm gemiler için ölçüm değerleri Tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 16.** Tüm tekneler için ölçüm verileri dB(A)

| Balıkçı Teknesi | Kaptan                |                       |            |            | Mürettebat            |                       |            |            |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|
|                 | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   | Manevra ( $L_{Aeq}$ ) | İntikal ( $L_{Aeq}$ ) | $L_{max}$  | $L_{EX}$   |
| Olta 1          | 79,30±0,58            | 82,30±0,55            | 84,61±1,70 | 76,80±2,80 | 80,22±1,14            | 83,52±0,88            | 85,90±0,76 | 78,01±3,00 |
| Olta 2          | 79,42±0,46            | 83,42±0,64            | 85,20±1,81 | 80,12±3,00 | 80,40±0,53            | 84,92±0,61            | 86,72±1,80 | 81,50±2,99 |
| Olta 3          | 75,90±0,61            | 79,40±0,35            | 80,92±1,76 | 76,10±2,76 | 77,90±0,79            | 80,50±0,36            | 82,50±1,76 | 77,30±2,80 |
| Paragat         | 81,00±0,46            | 92,30±0,81            | 96,22±1,8  | 86,70±3,01 | 81,00±0,46            | 92,30±0,81            | 96,22±1,80 | 86,70±3,01 |
| Trol            | 64,60±0,70            | 69,20±0,41            | 88,32±1,6  | 78,3±2,07  | 84,30±0,61            | 75,30±0,56            | 90,32±1,60 | 81,80±2,07 |
| Uzatma          | 73,80±0,74            | 77,40±0,35            | 81,50±1,61 | 73,80±2,70 | 78,50±0,29            | 82,90±0,44            | 91,40±1,76 | 79,10±2,70 |
| Voli            | 73,60±0,34            | 79,00±0,19            | 91,20±1,51 | 74,00±2,50 | 77,80±1,50            | 82,00±0,19            | 105,1±1,76 | 77,20±2,40 |
| Gırgır          | 68,30±0,17            | 70,70±0,22            | 79,42±0,6  | 72,3±1,37  | 77,70±0,40            | 80,70±0,20            | 85,90±1,0  | 79,4±1,70  |

Tüm teknelerde mürettebat için yapılan ölçümlerde, en düşük  $L_{Aeq}$  değeri 75 dB(A) ile trol teknesinde intikal esnasında ölçülmüştür. En yüksek  $L_{Aeq}$  ise 92 dB(A) ile paragat teknesinde ölçülmüştür. Mürettebatın, istihsal mevkisine intikal esnasında, ses yalıtımı sağlanmış yaşam mahalinde bulunması maruz kaldığı ses basınç değerini

azaltmaktadır. Günlük maruziyet düzeyinde ise, en yüksek maruziyet paragat teknesinde çalışanlarda gerçekleşmiştir. Bu teknede, iki zamanlı ve tek silindirli olan pancar motoru olması, susturucu olmaması ve çalışanların motora yakın olması söz konusu durumun nedenlerindedir. Mürettebat için ölçülen en yüksek  $L_{max}$  değeri 105 dB(A)

ile voli teknesindedir. Çekiç ile güverteye vurularak çalışılması bahse konu duruma neden olmuştur. Kaptanların bulunduğu ortamlarda ölçülen ses basınç değerlerine göre, en düşük  $L_{Aeq}$  değeri 65 dB(A) ile trol teknesinde manevra esnasında ölçülmüştür. En yüksek  $L_{Aeq}$  ise 92 dB(A) ile paragat teknesinde ölçülmüştür. Trol teknesinde; köprü üstünün, makine dairesinin 2 güverte üzerinde bulunması, iklimlendirme sisteminin çalışıyor olması nedeniyle lumbozların kapalı olması düşük  $L_{Aeq}$  değerini açıklamaktadır. Günlük maruziyet düzeyinde ise, en düşük maruziyet gırgır ve uzatma teknelerinde gerçekleşmiştir. Makinenin aktif olmadığı sürelerin uzun tutulmasıyla maruziyet azalmakta ve makinenin çalışır durumda olduğu sürelerin artırılmasıyla da maruziyet artmaktadır. Makinelerin ne kadar süre ile çalışacağı istihsal türüne göre değişmektedir. Kaptanlar için ölçülen en yüksek  $L_{max}$  değerleri 81-96 dB(A) arasında değişmiştir. Tüm teknelere ait makinelerin yük ve rölanti konumlarında yapılan ölçüm sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tüm teknelere ait makinelerin yük ve rölanti konumlarında yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde, makine gücü arttıkça ses basınç düzeylerinin de arttığı tespit edilmiştir. Gemi makine dairelerinde çalışanların gürültü maruziyetini belirleyen Atak (2017); çalışmasında, 250-1000 beygir gücüne sahip gemilerde yasal sınırlar içerisinde gürültü maruziyeti tespit etmiş ancak, 18000 ve 3000 beygir gücüne sahip makine dairelerinde çalışanlarda ise yasal sınırların üzerinde maruziyet tespit etmiştir. Aydemir (2015), gemi adamlarının maruziyetlerini belirlediği çalışmasındaki bütün gemilerin makine dairelerinde, en yüksek eylem değerinin üzerinde gürültü düzeyi tespit etmiştir. Yüksek güçlere sahip deniz tipi makinelerde beygir gücü arttıkça ses basınç düzeyleri artmaktadır. Gemilerde çalışanlar için gürültü tehlikesinin en fazla olduğu yerler makine ve jeneratör daireleridir. Bu mahaller için; kaynak, alıcı ile kaynak ve alıcıda gerekli önlemler alınmaması, günlük maruziyeti olumsuz yönde etkilemektedir. Ölçüm esnasında yapılan incelemelerde, tüm teknelerde kişisel koruyucu kulaklık ve tıkaçların bulunmadığı görülmüştür. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, kulak koruyucularının balıkçı teknelerinde gürültülü ortamlarda kullanılmak üzere hazır bulundurulmasını zorunlu tutmuştur. İstihsal faaliyetlerinde tüm teknelerde yapılan ölçüm sonuçlarıyla hesaplanan  $L_{EX}$  değerleri, bazı gemilerde çalışanlar için yasal sınırın altında bulunmasına rağmen insan sağlığı için risk teşkil etmektedir. Yasal sınırların altında olan  $L_{EX}$  değerleri 72-79 dB(A) arasında değişmiştir. Bu değerler, en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB(A)’ya yakındır. Özkul (2019) çalışmasında, en düşük maruziyet değerlerin altındaki değerlerinde (50-80 dB(A)) insan sağlığı üzerinde; fiziksel, psikolojik ve fizyolojik olarak olumsuz etkileri olduğunu belirtmiştir. Çalışma konusunun gürültü olması nedeni ile ölçüm yapılan teknelerde, öncelikle gürültü üzerinde incelemeler ve hesaplamalar yapılmıştır. Teknelerde gerçekleştirilen ölçüm esnasında çalışanların, iş sağlığı ve güvenliğine yönelik diğer tehlikeler konusunda da aldıkları önlemlerin yetersiz olduğu görülmüştür. Gürültü ve diğer tehlikeler

konusunda, iş sağlığı ve güvenliği bakımından farkındalıklarının yetersiz olduğu değerlendirilmiştir.

**Tablo 17.** Tüm makineler içim ölçüm verileri dB(A)

| Balıkçı Teknesi | Güç (HP) | Yük dB(A) | Rölanti dB(A) |
|-----------------|----------|-----------|---------------|
| Olta Teknesi    | 85       | 95        | 89            |
| Paragat Teknesi | 16       | 112       | 92            |
| Trol Teknesi    | 450      | 106       | 102           |
| Uzatma Teknesi  | 360      | 103       | 88            |
| Voli Teknesi    | 60       | 94        | 86            |
| Gırgır Teknesi  | 420      | 104       | 100           |

### Sonuç ve Öneriler

Mersin bölgesinde su ürünleri istihsal faaliyetleri yürütülürken gerçekleştirilen bu çalışmada; olta teknesi, paragat teknesi, trol teknesi, uzatma teknesi, voli teknesi ve gırgır teknesi olmak üzere 6 farklı istihsal vasıtasında, kaptan ve mürettebatın çalışma ortamlarında gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, avcılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği 6 farklı tekne ve 32 çalışanın katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler değerlendirilerek standartta belirtilen hesaplama yöntemleri ile günlük gürültü maruziyet seviyeleri belirlenmiştir. Paragat teknesi haricinde diğer tüm balıkçı tekneleri için, mürettebatın kulak yüksekliğinde belirlenen  $L_{Aeq}$  düzeyleri (75-85 dBA), kaptanların  $L_{Aeq}$  düzeylerine (65-83 dBA) göre, daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu farkın nedeni, mürettebatın gürültü kaynağına daha yakın alanlarda çalışmasıdır. Paragat teknesi için  $L_{Aeq}$  değerleri ise, 81-92 dB(A) arasında değişmiştir. Paragat teknesinde tek silindirik motor kullanılması ve susturucu bulunmaması kaptan ve mürettebat için yüksek  $L_{Aeq}$  değerlerine neden olmuştur. Paragat teknesi haricinde diğer tüm balıkçı tekneleri için, standarda göre hesaplanan  $L_{EX}$  değerleri incelendiğinde; mürettebatın (77-82 dBA), kaptanlara(72-80 dBA) kıyasla daha fazla günlük gürültü maruziyetinde çalıştıkları tespit edilmiştir. Mürettebatın, gürültü kaynağına daha yakın alanlarda çalışması ve kaptanların, makinelerin aktif olduğu zamanlarda köprü üstünde bulunması farkı açıklamaktadır. Paragat teknesi için  $L_{EX}$  değeri (87 dBA) ise, ilgili yönetmeliğe göre önlem alınmasının zorunlu olduğu seviyededir. Çalışmada hesaplanan tüm günlük maruziyet düzeyleri, 72 - 87 dB(A) arasındadır. Bu seviyeler, balıkçılarımızın sağlığını olumsuz etkileyecek ve iş verimlerini düşüreceklerdir. Makine dairelerinde gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına bakıldığında (86-112 dBA), balıkçı teknelerinin en yüksek gürültü düzeyine sahip oldukları kompartmanların makine daireleri olduğu görülmektedir. Makine dairelerinde sınırlı hacimlerde, çok sayıda makinenin ve metal aksamın

bulunması yüksek ses basınç düzeylerine neden olmaktadır. Bahse konu mahallerde yüksek gürültü düzeyleri olmasına karşın, gürültüye karşı herhangi bir önlem alınmadığı görülmüştür. Ölçüm yapılan teknelerde yapılan görüşmeler sonucunda, çalışanların gürültü riski ile ilgili farkındıklarının olmadıkları tespit edilmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda ise, tüm teknelerde kişisel kulak koruyucu kulaklıkların bulunmadığı tespit edilmiştir. Kişisel kulak koruyucuların bulunmaması, çalışanların gürültü farkındalıklarının olmamasını destekler niteliktedir. Gürültünün kaynağında yok edilmesi ve azaltılması temel amaç olmalıdır. Balıkçı teknelerinin tasarım aşamasında, istatistiksel enerji analizi gerçekleştiren bilgisayar programlarıyla gürültü değerlendirilmesi yapılmalıdır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, tekneye uygun makine bulunması ve akustik yalıtım çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yalıtım çalışmalarına, makine daireleri için daha fazla önem verilmeli ve makineler kapsül içerisine alınmalıdır. Teknelerin işletilmesi aşamasında ise, makine bakımları aksatılmamalı, gürültüye neden olan arızalar giderilmelidir. Makine daireleri kameralar ile kontrol edilerek çalışan personelin makine dairesine girme sıklığı azaltılarak gürültü maruziyeti düşürülmelidir. Balıkçı teknelerinde, çalışanların korunması için alıcıda kontrol yöntemleri eksiksiz uygulanmalıdır. Bu kapsamda, her tekne için uygun SNR (gürültü azaltma kabiliyeti) kulaklık belirlenmeli ve gürültülü ortamlar için hazır bulundurulmalıdır. Makinelerin aktif olduğu durumlarda kaporta ve lumbozlar kapalı tutulmalıdır. Özellikle gürültülü ortamlarda çalışan personelin vardiyalarının belirlenmesinde rotasyonlu çalıştırılma sağlanarak, çalışanların gürültü maruziyeti en aza indirilerek muhtemel sağlık sorunlarının oluşma riskinin düşürülmesi ön planda tutulmalıdır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Gökhan Tevfik Göçer'in yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir. Çalışma 5<sup>th</sup> International İstanbul Scientific Research Congress' de sözel bildiri olarak sunulmuştur.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **Yazar Katkıları**

G. T. Göçer ve A. Öztekin çalışmanın fikrini tasarladılar, makaleyi yazdılar, sonuçları tartıştılar. G. T. Göçer, veri toplama ve analizleri gerçekleştirdi. A. Öztekin, makalenin son şekline katkıda bulundu.

### **Etik Onay**

Ticari balıkçılar ile yapılan görüşmeler de kişisel verileri koruma kanunu dikkate alınarak kişisel veri alınmamış, bu nedenle etik kurul ve yasal izin belgesi alınmasına gerek yoktur.

### **Kaynaklar**

- Adalı, S., & Kılıç, M.Y. (2020). Deniz Ulaşımından Kaynaklanan Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Bursa Güzelyalı Örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(2). doi: 10.17482/uumfd.763450
- Altınağaç, U., Ayaz, A., Özekinci, U., & Öztekin, A. (2008). Edremit Körfezi dip uzatma ağlarının teknik özellikleri ve yapısal farklılıkları. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 432-439. doi: 10.3153/jfscom.mug.200735
- Atak, V. (2017). Gemilerin Makine Dairelerinde Çalışanların Maruz Kaldığı Gürültü Kirliliğinin, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Kapsamında Örnek Olaylarla İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı. Mersin.
- Ayberk, A. (2011). Gemi Hacimlerindeki Gürültü Seviyelerinin Deneysel ve Sayısal İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.
- Aydemir, U. (2015). Gemi Adamlarının Gürültü Maruziyetlerinin Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Azkeskin, D. (2016). Gemi İnşaatı Sektöründe Gürültü ve Toz Maruziyetinin Belirlenmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D.H. (1999). Guidelines for Community noise, World Health Organization Report, Geneva.
- Burella, G., Moro, L., & Neis, B. (2020). Is on-board noise putting fish harvesters' hearing at risk ? A study of noise exposures in small-scale fisheries in Newfoundland and Labrador. *Safety Science*, 14, 105325. doi:10.1016/j.ssci.2021.105325
- Candemir, F., & Özdemir, N. (2010). "Samsun İli Arazi Varlığı ve Toprak Sorunları". *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 223-229.
- Çelik, A. (2019). Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi ve Çalışanlar Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Güvenliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Değer, F. (2015). Ahşap Doğrama Atölyelerinde Gürültü Maruziyeti ve Alınabilecek Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü: Ankara.

- Diyaroğlu, . (2009). Gemilerde Ana Makine Kaynaklı Titreşim ve Gürültünün Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gemi İnaaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Ana Bilim Dalı. İstanbul.
- IEC 61672-1:(2013). Elektroakustik Ses Seviyesi lerler.
- IMO (1982). Noise Levels “Code on Noise Levels on Board Ships”. Resolution A.468(XII).
- Kurt, R.E., Khalid, H., Turan, O., Houben, M., Bos, J., & Helvacioğlu, I.H. (2016). Towards human-oriented norms: considering the effects of noise exposure on board ships. *Ocean Engineering*, 120, 101-107. doi: 10.1016/j.oceaneng.2016.03.049
- zkl, S.C. (2019). Zeytin Hasadı Mekanizasyonunda Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Güvenliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- ztekin, A. (2012). Kuzey Ege Denizi’nde kullanılan dip paragat takımlarının av kompozisyonları ve seçiciliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi. anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su rnleri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Resmi Gazete (2013). Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Tarih: 28.07.2013. Sayı: 28721. <https://www.mevzuat.gov.tr/>
- Simard, Y., Lepage, R., & Gervaise, C. (2010). Anthropogenic sound exposure of marine mammals from seaways: Estimates for Lower St. Lawrence Seaway, eastern Canada. *Applied Acoustics*, 71, 1093-1098. doi:10.1016/j.apacoust.2010.05.012
- Smer, S. K., Say, S. M., Ege, F., & Sabancı, A. (2006). Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. *Applied Ergonomics*, 37(6), 749–756. doi:10.1016/j.apergo.2005.11.006
- Tantoğlu, G. (2016). Balıkçı Gemilerinde Yapılan alışmaların İş Sağlığı ve Gvenliği Ynnden Değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Gvenliği Uzmanlık Tezi. alışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Tidau, S., & Briffa, M. (2019). Distracted decision makers: ship noise and predation risk change shell choice in hermit crabs. *Behavioral Ecology*, 30(4), 1157-1167. doi:10.1093/beheco/arz064

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## REVIEW

# An Alternative for Fish Processing Industry: Electrolyzed Waters

Soner Çetinkaya

Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

<https://orcid.org/0000-0003-2877-1248>

Received: 07.07.2022 / Accepted: 28.09.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Acidic water  
Basic water  
Quality change  
Freshness  
Green production

**Abstract:** In this study, electrolyzed water (EW), which is being used for disinfection in various food production applications, is discussed. Today, research on green production has intensified, aiming to preserve food for a longer time, using fewer chemicals or none, in order to preserve the initial nutritional properties of the food and deliver it to the consumer. In this context, it is an undeniable fact that there is a need to improve existing methods and practices and develop new technologies for the long-term storage of foods without quality losses and health concerns. One of the methods developed for this purpose is the use of electrolyzed water in food disinfection. While the use of electrolyzed water in various stages of the food processing industry creates a relatively new field of application, many studies have focused on its antimicrobial and antioxidant activity. However, studies on the use of this method in the fish processing industry are very limited and need to be developed. Previous studies are mainly related to the antimicrobial properties of electrolyzed water and there are limited studies on the effects of seafood products on storage times (shelf life). However, in light of the studies, it is seen that electrolyzed water has potential uses for the seafood processing industry.

### Anahtar kelimeler:

Asidik su  
Bazik su  
Kalite değişimi  
Tazelik  
Yeşil üretim

## Su Ürünleri İşleme Endüstrisi İçin Bir Seçenek: Elektrolize Sular

**Öz:** Bu çalışmada çeşitli gıda üretim alanlarında dezenfeksiyon amaçlı kullanımı yaygınlaşmakta olan elektrolize sular ele alınmıştır. Günümüzde gıdaların ilk andaki besin özelliklerinin korunarak tüketiciye ulaştırılması için daha az ya da hiç kimyasal kullanılmadan daha uzun süreli olarak saklanması amaçlayan yeşil üretime yönelik araştırmalar yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda gıdaların kalite kayıpları olmaksızın ve sağlık endişeleri yaratmadan uzun süreli saklanmasına yönelik var olan yöntem ve uygulamaların iyileştirilmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine gereksinim olduğu da yadsınmaz bir gerçektir. Bu amaçla geliştirilen yöntemlerden birisi de gıda dezenfeksiyonunda elektrolize suların kullanımıdır. Gıda işleme endüstrisinin çeşitli aşamalarında elektrolize suların kullanımı görece yeni bir uygulama alanı oluştururken, son zamanlarda yapılan çalışmalarda özellikle antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak da üzerinde durulmaktadır. Buna karşın bu yöntemin su ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar oldukça sınırlı olup, geliştirilmesine gereksinim bulunmaktadır. Önceki çalışmalar ağırlıklı olarak elektrolize suların antimikrobiyal özellikleri ile ilgilidir ve su ürünlerinin saklama sürelerine (raf ömrü) etkisi ile ilgili olarak sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışmalar ışığında elektrolize suyun su ürünleri işleme endüstrisinde potansiyel kullanımları olduğu görülmektedir.

## Giriş

Sahip oldukları üstün beslenme özelliklerinin yanında, kolay bozulabilme gibi son derece büyük bir dezavantaja sahip olan su ürünlerinin saklanması için, diğer gıda maddelerinde de olduğu gibi insanoğlu tarih boyunca arayış içerisinde olmuştur. Tüm bu arayışların sonucunda farklı yöntemler geliştirilmiştir. Su ürünlerinin saklamasında farklı gruplarda ele alınabilecek yöntemler (ısı uygulamaları, soğukta, dondurarak, kurutarak, çeşitli kimyasallar kullanılarak vb.) kullanılmaktadır (Kaya,

1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Varlık vd., 2004; Çaklı, 2007; Pazır vd., 2008). Son yıllarda tüketicilerin taze ya da tazeye yakın özellik gösteren gıda maddelerine yönelimlerinin arttığı görülmektedir (Novak vd., 2003). Bu bağlamda, tüketici talepleri daha sağlıklı gıdalara yönelim göstermektedir. Bu yönelim ürünün nasıl hazırlanacağı ve saklanacağı yanında son tüketim tarihine kadar etiket üzerinde yer alan bilgi gereksinimi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Pilizota, 2012). Gıdaların ilk andaki besin

\*Corresponding author: [cetinson\\_70@hotmail.com](mailto:cetinson_70@hotmail.com)

özelliklerinin korunarak tüketiciye ulaştırılmasına yönelik olarak daha az ya da hiç kimyasal kullanılmadan daha uzun süreli olarak saklanmasını amaçlayan araştırmalar yoğunlaşmıştır (Gray vd., 1996; Mahmoud vd., 2006; Mahmoud vd., 2007; Poçan, 2012).

Ölümden sonra balık etinde etin rengini, dokusunu ve su tutma kapasitesini etkileyebilecek çeşitli kimyasal ve fiziksel süreçler gerçekleşmeye başlar. Objektif belirteçler veya göstergeler ile tüketicinin sağlığını güvence altına almak için balıkların kalitesinin doğru bir şekilde kontrol edilmesi ve ölüm sonrası mekanizmaların bilinmesi ile de bozucu süreçlerin takip edilmesi ve hatta geciktirici yöntemler uygulanması çok önemlidir.

Su ürünlerinin yakalandıktan sonra taşınmasında, satış yerlerinde ya da işleme tesislerinde uzun süreli muhafazasında düşük sıcaklık uygulamalarından (soğukta, buzda, dondurarak) yararlanılmaktadır. Ancak balıkların satış için sergilendiği balık satış reyonlarında (ortam sıcaklığında) buz içinde saklama süresi ile ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır. Buna karşın Wang vd., (2014) buz (musluk suyu ve elektrolize asidik sudan elde edilen buzlar) içerisine yerleştirdikleri karidesleri ışıksız, karanlık bir ortamda  $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de depolamış, Lin vd., (2013) musluk suyu ve elektrolize asidik sularla ürettikleri buzların içine yerleştirdikleri karidesleri 6 günlük bir süreyle  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de (klima ile sabitlenmiş) saklamıştır. Esasen su ürünlerinin naklinde yaygın olarak uygulanan buz içerisinde saklama yönteminin iyi uygulanması durumunda, ılıman veya soğuk sulardan yakalanan normal büyüklükteki beyaz etli balık türleri, duyuşal olarak tüketilemez hale gelmeden önce 12-18 güne kadar korunabilir. Büyük balıklar, özellikle rigor sonrası düşük pH'a sahip olma eğiliminde olan kalkan ve ton balığı gibi balıklar 21-22 gün arasında buz içinde tutulabilir. Buzda saklamanın 4. gününe kadar balıklar, birinci sınıf veya mükemmel tazelikte iken depolamanın 4. günü ile 15. günü arasında balıkların tazelik durumlarının bir takım kayıplar söz konusudur (Connell, 1995). Chytiri ve ark., (2004) buzda depolanan bütün ve fileto haldeki alabalığın raf ömrünü sırasıyla 15-16 ve 10-12 gün olarak bildirmiştir. Bütün alabalık için ilk 9 günlük depolama süresince elde edilen sonuçların mükemmel ve çok iyi, 12-15 günler arasında orta derecede olduğunu bildirmiştir. Buna karşın 15 günlük depolama sonrasındaki sonuçları satın almak için uygun bulmamıştır. Bu çalışmada balıklar suyun dışarı çıkmasına izin veren polisitiren kutulara 3:1 buz:balık oranı ile yerleştirilmiş ve kutular buzdolabında ( $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) tutulmuştur. Bununla birlikte Sallam (2007)  $1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan alabalığın (*Onchorhynchus nerka*) raf ömrünü 8 gün olarak rapor etmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular, elektrolize suların kullanımı ile yapılacak çalışmalar ile geliştirilebilir.

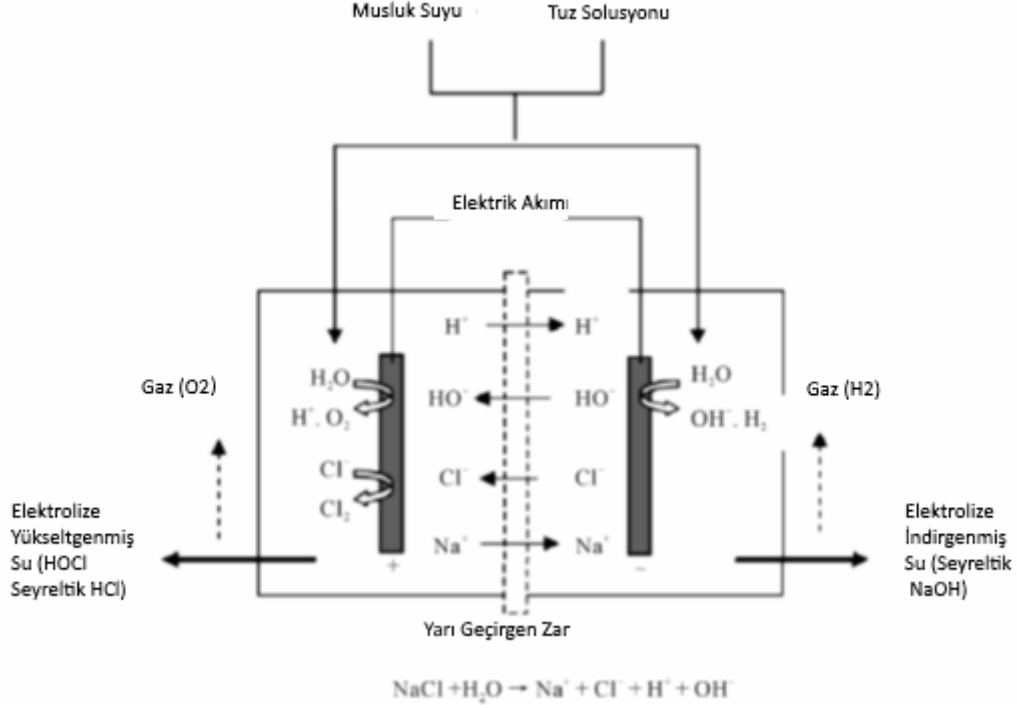
En güvenilir yöntemlerden birisi kabul edilen su ürünlerinin dondurularak saklamasında raf ömrü süresi ile ilgili, destekleyici nitelikte yeterli çalışma bulunmamasına karşın, bu süre genellikle 24 ay olarak kabul edilmektedir. Çelik vd. (2002) bir marketten satın aldıkları dondurulmuş bazı su ürünleri türleri (mezgıt, sudak fileto, mezgıt pane, kalamar pane, balık burger, dondurulmuş kalamar, midye eti) için bu sürenin 24 ay olarak verildiğini bildirmektedir.

Bu çalışmada 24 aylık saklama süresi ile ilgili olarak yayınlanmış veriler olmadığı, bu konudaki çalışmaların bakanlığın ilgili kuruluşlarının görevi olduğu ve elde ettikleri verilerin yayınlanmadığı bildirilmiştir. Balıkların 24 aylık saklama süresi ile ilgili yayınlanmış verilere tarafımızdan da rastlanamamıştır. Bu nedenle elektrolize suların da kullanılacağı bir çalışma yapılması ile bu yöndeki ürün etiketlemesi dayanak kazanmış olacaktır.

İçerdiği yağ asitleri ve aminoasitler nedeniyle insan beslenmesinde tartışılmaz öneme sahip su ürünleri çok çabuk bozulan bir besin grubudur. Bu nedenle avlandıkları andan itibaren tüketime kadar geçen sürede kalite özelliklerinin korunması, güvenliğinin sağlanması ve saklama süresinin artırılması için depolama stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Günümüz koşullarında balık depolama teknolojilerindeki gelişmelere rağmen, soğutma ve dondurma hala gemide, karada taşıma sırasında ve balık tezgâhlarında kullanılan en yaygın saklama yöntemleridir. Buna karşın soğutma ya da süper soğutma işlemleri (balıkların içerdiği suyun küçük bir kısmının (%5-30) dondurulmasıyla) bozulmaya karşı sınırlı bir dayanıklılık kazandırmaktadır. Öte yandan balıkların dondurulması teknolojisi balık rigor mortis öncesi aşamadayken uygulanabilir. Bu da elde edilen ürünün rigor mortis ve rigor mortis sonrası aşamaya kıyasla daha kaliteli olmasını sağlar. Bu nedenle, kalite ve güvenliğini garanti altına almak için balığın raf ömrünü artırmak, buna bağlı olarak tüketici gereksinimlerinin karşılanması, balıkçılık endüstrilerinden kaynaklanan ekonomik kayıpların ve gıda atık ve israflarının azaltılması için bu saklama yöntemlerinin optimize edilmesi, yeni uygulamalarla geliştirilmesi gerekir (Duarte vd., 2020). Bu yenilikçi yöntemlerden biri olarak farklı gıda alanlarında dezenfeksiyon amaçlı olarak kullanılan elektrolize su teknolojisinin çok yönlü çalışmalar ile su ürünleri açısından da ele alınması yararlı sonuçlar verebilecektir.

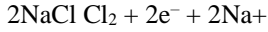
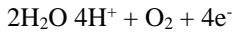
### Elektrolize sular, üretimi ve özellikleri

Elektrolize sular NaCl, KCl, MgCl gibi klor içeren tuzlar (Mahmoud vd., 2006; Mahmoud, 2007; Hricova vd., 2008; Poçan vd., 2011; Hati vd., 2012; Rasco ve Ovissipour, 2015; Colangelo vd., 2015) ya da klor içeren bir asit olan HCl'nin (Kim vd., 2006; Luan vd., 2017; Huang vd., 2021) düşük yoğunlukta eklendiği sulardan, yarı geçirgen bir zar içeren (ya da içermeyen, (Athayde vd., 2018; Akbuz, 2019; Ampiauw vd., 2021)) bir düzenekte, elektrik akımı (10-12 V DC) geçirilmesi ile elde edilir (Şekil 1). Elde edilen son çözeltinin pH durumuna göre elektrolize sular asidik su (pH 2.2-2.7), zayıf asidik su (pH 2.7-5.0), hafif asidik su (pH 5.0-6.5), nötr su (6.5-7.5) ve alkali su (pH 11.0-13.8) olmak üzere çeşitli tiplerde sınıflandırılabilir (Zhao vd., 2021). Elektroliz yoluyla seyreltik bir sodyum klorür çözeltisi asidik elektrolize suya (AEW; pH 2 ila 3; oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) >1100 mV; aktif klor içeriği 10-90 ppm) ve bazik elektrolize suya (BEW; pH 10-13; ORP -800 ila -900 mV) ayrışır (Hricova vd., 2008). İşlem sırasında aşağıdaki eşitlikler gerçekleşir.

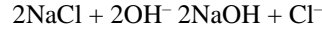
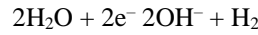


Şekil 1. Elektrolize su üretiminin şematik gösterimi (Hati vd., 2012'den alınmıştır)

#### Pozitif Kutup



#### Negatif Kutup



(Akbu, 2019)

Tepkimelerde oluşacak klor çözeltinin pH'ına bağlı olarak bileşik şeklini değiştirir. Elektrolize asidik suyun pH'ı 2,5 civarında olduğu için ortaya çıkan bileşiklerin %85'i hipokloröz asit ve %15'i klor gazından oluşur. Bu nedenle, elektrolize asidik sudaki mevcut klor, hipokloröz asit ve klor gazının bir kombinasyonunu ifade eder. Klor gazı üretim miktarı 0,012 ml/dk (15 A, 2,5 L/dk) kadar düşüktür (Hati vd., 2012).

Suyun elektrolizi ilk olarak 1789'da Hollandalı tüccarlar Jan Rudolph Deiman ve Adriaan Paets van Troostwijk tarafından bir elektrostatik jeneratör kullanılarak, suya batırılmış iki altın elektrot arasında bir elektrostatik deşarj oluşturmak için geliştirildi. Johann Wilhelm Ritter Volta'nın pil teknolojisinden yararlanarak yöntemi geliştirdi ve gazların ayrılmasında kullanıldı. 1888'de Rus mühendis Dmitry Lachinov tarafından elektroliz yoluyla hidrojen ve oksijenin endüstriyel sentezi için bir yöntem geliştirildi (Greig ve Cronin, 2016). Tarihsel süreç içerisinde elektrolize indirgenmiş su ilk olarak 1931'de tanıtıldı. Daha sonra sırasıyla 1954 ve 1960'da tarımda ve tıbbi bakım uygulamalarında kullanıldığı görülmektedir. Elektrolize indirgenmiş su 1966'da Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı tarafından kronik ishal, gastrointestinal rahatsızlıklar, hazımsızlık, hiperasidite rahatsızlıklarında tedavi edici olarak tavsiye edildi. Bakanlık ayrıca elektrolize

indirgenmiş suların ev kullanımı için de izin vermiştir. Son teknolojik gelişmeler ile elektrolize sular popülerlik kazanmıştır. Bu avantajlar nedeniyle elektrolize suların üretimi için daha iyi ekipmanlar geliştirilmiş ve elektrolize sular umut verici termal olmayan bir dezenfektan haline gelmiştir (Al-Haq vd., 2005; Hricova vd., 2008; Shirahata vd., 2012; Rahman vd., 2016). Günümüzdeki kullanım şekli ile 1980'den beri Japonya'daki tıbbi kurumlarda suların ve gıdaların dekontaminasyon, rejenerasyon ve dezenfeksiyonu gibi çok çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmaların ışığında kullanımı hayvancılık yönetimi, tarım, su ürünleri, gıda işleme, tıp, diş hekimliği gibi çeşitli alanlara yayılmıştır.

Suyun klor içeren farklı tuzlar ile elektrolizinden elde edilen elektrolize suların sebzeler ve meyveler başta olmak üzere gıdaların saklamasında yaygın olarak kullanıldığı bu yönde yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Mahmoud, 2007; Feliciano, 2010; Poçan vd., 2011; Colangelo, 2015; Belay vd. 2021). Buna karşın bu yöntemin su ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar (Tablo 1) oldukça sınırlı olup, geliştirilmesine gereksinim bulunmaktadır. Çünkü bu çalışmalar ağırlıklı olarak elektrolize suların antimikrobiyal özellikleri ile ilgilidir. Bu çalışmalarda su ürünlerinin saklama süreleri (raf ömrü) ile ilgili olarak sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle diğer işleme yöntemleri yanında, yine en yaygın kullanılan yöntemlerden su ürünlerinin soğukta, buzda ve dondurularak saklanması işlemlerinde elektrolize suların kullanımının balıkların saklama süreleri ve bu süre içerisindeki kalite değişimleri üzerindeki etkileri daha fazla araştırılmalıdır. Böylece bu yöndeki talepler karşılanarak tüketicilere besin özellikleri korunmuş, taze balıkların daha sağlıklı koşullarda ulaştırılması

sağlanacaktır. Ayrıca başarılı sonuçlar alınması ile üreticiler açısından da ürünün yoğun olarak üretildiği dönemdeki arz fazlasına bağlı olarak ortaya çıkan fiyat dalgalanmaları ya da düşük fiyata ürün satma zorunluluğu

nedeni ile gelir kayıpları yaşamaları önenebilecektir. Bir başka yönü ile de su ürünleri işlemeciliğinin amaçlarından biri olan mevsime bağlı kalmaksızın tüketicilere ürün sunulması mümkün olacaktır.

**Tablo 1.** Elektrolize suların su ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar

| Kaynak Çalışma              | Çalışma konusu   |
|-----------------------------|--|
| Özer ve Demirci, (2005)     | <i>Escherichia coli</i> O157:H7 ve <i>Listeria monocytogenes</i> ile inokule edilen salmonlara EW uygulaması   |
| Huang vd., (2006a)          | EW uygulaması ile su ürünlerinde bakteriyel yükün azaltılması  |
| Huang vd., (2006b)          | Buzdolabında ve dondurulmuş saklamada ton balıklarına EW ve karbon monoksitin etkisi   |
| Kim vd., (2006)             | Pasifik saury ( <i>Collabis saira</i> ) tazeliğini korumak için EW buzu kullanımı  |
| Mahmoud vd., (2007)         | Sazan balığının besin bileşenleri, amino asit ve yağ asitlerine EW'nin etkisi  |
| Abou-Taleb ve Kawai, (2008) | Kızartılmış ton balığı dilimi raf ömrüne anodik EW'nin etkisi  |
| Pazır vd., (2008)           | Sebze ve balık işlemede EW kullanımı   |
| Feliciana vd., (2010)       | Tilapia filetosu ve erimiş buzun bakteri yükü üzerine nötral elektrolize suyun (NEW) etkinliği   |
| Phuvasate ve Su, (2010)     | Salmon ve ton balığı derisi ile kullanılan malzemelerdeki histamin üreten bakterilerin azaltımında EW kullanımı  |
| Kasai vd., (2011)           | Elektrolize deniz suyu (EW) kullanılarak istiridyelerden <i>Escherichia coli</i> 'nin eliminasyonu   |
| Lin vd., (2013)             | Karides kalitesini korumak için asidik elektrolize su (EW) buzunun kullanımı   |
| Wang vd., (2014)            | Asidik elektrolize su (EW) buzunun karanlık koşullarda karides kalitesine etkisi   |
| Xu vd., (2014)              | EW ve kitosan'ın soğuk depolama sırasında Tirsi balığının ( <i>Alosa sapidissima</i> ) mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkisi |
| Zhang vd., (2015)           | Asidik EW ile glaze ve modifiye atmosfer ile paketlemenin Pasifik beyaz karidesin ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) raf ömrüne etkisi.                   |
| Shiroodi vd., (2016)        | Dumanlanmış Atlantik salmonunda <i>Listeria monocytogenes</i> kontaminasyonuna karşı EW kullanımı  |
| Dewi vd., (2017)            | Su ürünlerinin raf ömrünü uzatmada sanitasyon amaçlı EW kullanımı  |
| Luan vd., (2017)            | EW ve kitosanın <i>Trichiurus haumela</i> balığının protein denatürasyonu ve oksidasyonu   |
| Athayde vd., (2018)         | EW suyun özellikleri ve gıda endüstrilerinde kullanımı   |
| Nowsad vd., (2020)          | EW'nin taze balıklarda bakterilere karşı ve taşıma ve dağıtım sırasında etkinliği  |
| Huang vd., (2021)           | SAEW (hafif asidik) ve buzun kombine muamelesinin pomfret balığı üzerindeki koruyucu etkisi  |

### Elektrolize suların etki şekli

Çeşitli dezenfeksiyon teknikleri arasında dezenfeksiyon maddesi olarak elektrolize su (Electrolyzed Waters-EW) kullanımı bu alanda yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkan yöntemlerden birisi olup, toksik dezenfektanlara karşı çevre dostu bir temizleme seçeneği oluşturmasıyla da klorlama ve ısı işlemlere alternatif bulma arzusuyla uyumludur (Colangelo vd., 2015). Tuzlu suyun elektrolizi sonucunda mikroorganizmalara karşı öldürücü etki gösteren hipokloröz asit (HOCl) oluşmakta ve elektrik yükü olmadığı için hücre içine geçebilmektedir.

Bu asit hücre içerisinde oksidasyona neden olarak enzim sistemini olumsuz etkilemekte ve patojenlere tutunup hücre duvarından penetre olabilmektedir. Patojenlerin hücre yapısı içerisinde nükleik asitler, pürin ve pirimidinler ile reaksiyona giren klorlu bileşikler protein sentezini bozarak antimikrobiyal etki oluşturmaktadır (Park vd., 2002; Akbuz, 2019).

Diğer kimyasal dezenfektanların aksine elektrolize sular cilt ve mukoz membranlar için zararlı değildir ve kullanımı oldukça kolay, maliyeti nispeten daha düşük ve her şeyden önemlisi sürdürülebilir bir tekniktir. Bu



teknikte en büyük maliyeti elektrolitik ünitenin satın alınması oluşturmaktadır. Yönteminin uygulanması için bunun dışında sadece su, tuz ve elektrik gerekmektedir (Huang vd., 2008). Elektrolize suların kullanımının çevreye etkisi oldukça düşüktür. Çünkü organik madde ile temasında ya da musluk suyu ile seyreltildiğinde, elektrolize su tekrar "normal" hale gelir. Bu şekilde normal su haline geldiğinde antimikrobiyal özelliğini yitirmesi en önemli dezavantajını oluşturur. Yine de sonuç olarak değerlendirmek gerekirse kimyasal dezenfektanların taşınması ve depolanmasına bağlı tehlike ve zorluklar ile çevreye etkisi bakımından kıyaslandığında elektrolize suların kullanımı çok daha avantajlı görülmektedir (Colangelo vd., 2015).

### Elektrolize suların kullanım alanları

Gıda, tıp ve sterilizasyon amacıyla uzun yıllardır kullanılmakta olan elektrolize sulardan Japonya, Amerika ve Rusya gibi ülkelerde, ev tipi basit cihazlarla üretilerek evlerde de yaygın olarak ve farklı amaçlarla yararlanılmaktadır. Asidik tipteki elektrolize sulardan yıpranmış kuru ciltlerin nemlendirilmesi, saç kepeğini önleme, yara temizleme, sivilce ve egzama iyileştirilmesi, böcek ısırması, hemoroit tedavisi, ayak mantarı tedavisi, mide spazmı ve ülser tedavisi, gıdaların bakteri, mantar ve virüslerden arındırılması ve soğutucu olmadan daha uzun süre saklanması, mutfak gereçlerinin temizlenmesi ile cilt yanıklarının iyileştirilmesi gibi alanlarda yararlanılmaktayken, bazik elektrolize sular ise daha çok yemek pişirme süresinin kısaltılması, çay ve kahve gibi içeceklerin hazırlanması, vücutta alkolün etkisinin hızlı bir şekilde giderilmesi, pirinç pilavının lezzetli olması ve gıdaların vücutta kolay emiliminin sağlanması, et, balık ve sebzelerin pişirilmesi ile evcil hayvan parazitlerinin temizlenmesinde tercih edilmektedir (Poçan, 2012; Rahman vd., 2016).

### Elektrolize sular ve mikrobiyoloji

Elektrolize oksidize su kullanımı gıdalarda ve işleme yüzeylerinde mikrobiyal kontaminasyonu azaltmada etkili ve termal olmayan, bakterisidal özelliği olan, insanlara zararsız ve çevre dostu yeni bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Pazır vd., 2008; Lin vd., 2013; Dewi vd., 2017; Luan vd., 2017). ABD ve Japonya'da gıda endüstrisinde bakteri ve küfleri öldürmek için kullanılmakta olup, bu etkiyi üretimi sırasında ortaya çıkan aktif klor bileşiklerini (çözünmüş  $Cl_2$  gazı,  $HOCl$ ,  $OCl^-$ ) içermesi ve yüksek oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) ile sağlamaktadır (Newsad vd., 2020). Oldukça düşük miktarlarda tuz içeriğine sahip (%0,1 ya da biraz daha fazla) sudan kapalı bir haznede bir elektrik akımı geçirildiğinde temel olarak iki tür su üretilir. Bunlar zararlı mikroorganizmaları öldürme yeteneğine sahip asidik su ile kesme tahtaları ve diğer mutfak eşyaları gibi eşyalardan kirin ve yağın temizliği için kullanılabilen alkali sudur (Huang vd., 2006a; Luan vd., 2017). Elektrolize suların mikroorganizmalar üzerinde hücre sitoplazmasını kısmen bozma, solunumu baskılama, hücre zarı geçirgenliğini ve hücre içi makro molekül hareketliliği, protein sentezi ve ATP biyosentez yollarında değişikliklere neden olarak

hücrelerin ölmesine yol açması yanında, protein ayrışması ve lipid oksidasyonunu da engelleyebilmektedir (Luan vd., 2017).

Dewi vd. (2017) elektrolize suların *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Vibrio parahaemolyticus* gibi patojenik bakterilere karşı etkili olduğunu, ancak işlenmiş su ürünlerinde bakterileri azaltabilmesine karşın tamamen ortadan kaldıramadığını bildirmiştir. Çiğ karides (*Litopenaeus vannamei*) (Lin vd., 2013), sardalya (*Sardinella longiceps*), Pasifik uskumru (*Scomber japonicas*) ve istavrit (*Trachurus trachurus*) (Newsad vd., 2020); tilapia (Feliciano vd., 2010); kıkıyruk (*Trichiurus haumela*) (Luan vd., 2017); Atlantik salmon (*Salmo salar*) (Shiroodi vd., 2016) vb. balıklar ile yapılan çalışmalarda mikroorganizmalar üzerindeki etkinliği ortaya konulmuş, Dewi vd., (2017) tarafından ifade edilen, elektrolize su kullanımı ile bakterilerin tamamen yok edilemediği ancak azaltılabildiği sonucunu doğrulamıştır.

### Gıda kayıpları ve elektrolize sulardan yararlanma potansiyeli

Dünya genelinde artan nüfusun yanında gıda üretiminde ve gıdaya ulaşmada ciddi problemler söz konusu iken, gıdaların değerlendirilememesi ya da israfı da olayın çok önemli bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Ne yazık ki ülkemiz de dahil olmak üzere gıda israfına yönelik olarak dünya genelinde yeterli veri elde edilememektedir. Sınırlı sayıda da olsa bu yönde yapılan çalışmalar ve tahminler içeren yayınlar bulunmaktadır. Bu alanda Parry vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada su ürünleri ile ilgili olarak tüketim aşamasında ortaya çıkan kayıplar Avrupa'da (Rusya dahil) %11, Kuzey Amerika ve Okyanusya'da %33, Endüstrilemiş Asya'da %8, Japonya'da %6 olarak verilmektedir. Poçan (2012) her yıl toprağa dayalı tarımsal ürünlerin ve balıklardan elde edilen ürünlerin %25'inin gerek kimyasal yıkım ve gerekse de mikrobiyal bozulma sebebi ile kayba uğradığının tahmin edildiğini bildirmektedir. O nedenle uygulanacak yöntem ve kullanılacak girdiler geliştirilerek üretimde ciddi bir artış sağlansa bile, halen yaşanılmakta olan gıdaya erişim sorunlarını aşmada yetersiz kalacaktır. Çünkü esas olan gıdaların taşıdıkları en üstün nitelikleri ile uzun süreli olarak saklanması ve güven içerisinde insanların erişiminin sağlanmasıdır. Günümüzde diğer gıdalarda olduğu gibi su ürünlerinde de uzun süreli saklamaya yönelik çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Su ürünlerinin saklanması sırasında özellikle yağlarda ortaya çıkacak oksitlenme ve mikrobiyal üreme, çeşitli sentetik ya da doğal koruyucular kullanılarak aşılabilmektedir. Ancak özellikle kullanılan sentetik bileşiklerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunun tespit edilmesi ve tüketicilerde artan bilinç düzeyi ile insanlarda çeşitli endişelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda yeşil üretim olarak nitelenen, insan sağlığına zarar vermeyen, çevre dostu üretime yönelik araştırmalar önemli bir yer tutmaktadır. Koruyucu olarak başta baharatlar olmak üzere çeşitli bitkisel özütlerin de ayrı ayrı ya da birlikte kullanımı ya da çeşitli teknolojiler ile desteklenmesi ile etkilerinin arttırılmaya çalışıldığı

çalışmaların yapıldığı ve olumlu sonuçlar alındığı görülmektedir (Mahmoud vd., 2006). Yine de gıdaların kalite kayıpları olmaksızın ve sağlık endişeleri yaratmadan uzun süreli saklanmasına yönelik var olan yöntem ve uygulamaların iyileştirilmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine gereksinim olduğu da yadsınamaz bir gerçektir. Gıda işleme endüstrisinin çeşitli aşamalarında elektrolize suların kullanımı yeni bir uygulama alanı oluştururken, son zamanlarda yapılan çalışmalarda özellikle antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak da üzerinde durulmaktadır (Poçan, 2012).

### Gıdaların dezenfeksiyonu ve elektrolize sular

Gıda endüstrisi için en önemli öncelik olan gıda güvenliğinin sağlanması doğru uygulanacak bir sanitasyon programını zorunlu kılmaktadır (Colangelo vd., 2015). Gıdaların uzun süreli saklanması için uygulanan yöntemler, mikrobiyal ve enzimatik tepkimelerle gerçekleşen değişimlerin önlenmesini amaçlamaktadır (Poçan vd., 2011). Şüphesiz gıda güvenliğinin temelini hijyen ve sanitasyon oluşturur. Bunun yanında dezenfeksiyon işlemi ve bu amaçla kullanılan dezenfektan maddeler insan sağlığı açısından risk oluşturmamalıdır. Günümüzde dezenfeksiyon için birçok yöntem ya da kimyasal uygulansa da mikroorganizmaların etkisizleştirilmesi için başarılı sonuçlar alınmamaktadır. Bu işlemler ya da kullanılan kimyasallar ya da oluşturdukları bileşikler insan sağlığı ve çevre için tehlikeli olduğundan, birçok Avrupa ülkesinde klor bazlı dezenfektanların kullanımının sınırlandırılması düşünülmekte ve dezenfeksiyon için alternatif metotlar araştırılmaya devam edilmektedir (Akbu, 2019).

### Elektrolize suların avantajları

Üretimi sırasında tuz dışında herhangi bir kimyasal kullanılmadığı için çevreye ve insanlara zararının bulunmaması, ucuz ve güvenilir bir dezenfeksiyon yöntemi olması, kullanımının kolay olup duyuşsal kayıplara neden olmaması, etkili dezenfeksiyon sağlaması ve aşındırıcı olmaması gibi avantajlara sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı son yıllarda geleneksel dezenfeksiyon yöntemlerine alternatif olarak ortaya çıkan ve termal olmayan bir uygulama olarak kabul edilen elektrolize su; gıda işlemede kullanılan eldivenler, kesme tahtaları, kümes hayvanlarının karkasları, balık, sığır eti, domuz eti, yumurta ile marul, elma, armut, şeftali, domates, çilek gibi meyve ve sebzeler için etkili bir antimikrobiyal ajan olarak görülmüştür (Huang vd., 2008; Poçan vd., 2011; Rahman vd., 2016; Akbu, 2019).

### Elektrolize sular ve sağlık endişeleri

Gıda güvenliğinin temelini hijyen ve sanitasyon oluşturur. Bu nedenle yapılan dezenfeksiyonlar ve kullanılan dezenfektan maddeler, insan sağlığı açısından risk oluşturmamalıdır. Ancak uygulanan bazı dezenfeksiyon yöntemlerinin patojen ve fekal mikroorganizmaların, mikroorganizmaların spor formlarının ve virüslerin inaktivasyonunda yetersiz kalmaları, kloroform ve diğer trihalometanlar, kloraminler ve haloasetik asitler gibi mutajenik ve kanserojenik olarak

bilinen toksik bileşikler oluşturmaları ve çevreye zarar vermeleri gibi bazı olumsuzlukların gündeme gelmesinden dolayı Almanya, Hollanda, İsviçre ve Belçika başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde klor bazlı dezenfektanların kullanımı yerine dezenfeksiyon için farklı alternatif metotlar araştırılmaya devam edilmektedir (Meireles vd., 2016; Akbu, 2019).

Elektrolize suların temizlik, gıda işleme ekipmanlarının yüzeylerinde sanitasyon, meyve, sebze, et ya da deniz ürünlerinde bulunan gıda kaynaklı mikroorganizmaların dekontaminasyonu veya inaktivasyonu gibi farklı şekillerde kullanılması gıda güvenliği konusunda endişeleri akla getirmektedir. Bu kapsamda kullanım güvenliği ile ilgili elektrolize sular için yapılan farklı testler (sitotoksikite testi, ters mutasyon testi (ames testi), kromozomal sapma testi, hemoliz testi, tek doz toksisite testi, tekrarlanan daldırma ile cilt toksisitesi testi, antijenite testi, kümülatif cilt tahrişi testi, birincil göz mukozası tahriş testi, oral mukoza tahriş testi, solunum toksisitesi testi, duyarlılık testi, tavşanlarda birincil deri tahriş testi, kültür edilmiş hücrelerle koloni oluşum inhibisyon testi, maksimizasyon metodu ile marmot cilt hassasiyet testi, akut göz mukozası tahriş testi) sonucunda herhangi bir olumsuzluk gözlenmediği gibi, bazı testlerde (örneğin hemoliz testi) kontrole göre daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Hati vd., 2012).

### Sonuç

Gıdaların güvenliği kapsamında özellikle çevre dostu bir dezenfektan olması ile yaygın olarak kullanılmaya başlanan elektrolize sular ve çeşitli özellikleri ele alındı. Su ürünleri alanında da sınırlı çalışmalara konu edilmiş olan elektrolize sular yeşil mutabakat çerçevesinde güvenli bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda, avcılık ve yetiştiricilik yolu ile üretilen su ürünlerinin, avlandıkları andan itibaren, elektrolize sularını ayrı ayrı ve birlikte kullanımı ile, nakliye, satış, tüketici koşullarında saklama ve dondurularak uzun süreli saklama sürelerinin ve bu süre içerisindeki besinsel kalite değişimlerinin belirlenmesi, uzun süreli ve kalite kaybı minimize edilerek muhafaza için yeni ve güvenli bir seçenek oluşturabilecektir.

### Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul onayına gerek yoktur.

### Kaynaklar

Abou-Taleb, M., & Kawai, A.Y. (2008). Shelf life of semifried tuna slices coated with essential oil compounds after treatment with anodic electrolyzed NaCl solution. *Journal of Food Protection*, 71 (4), 770–774. doi:10.4315/0362-028x-71.4.770

Akbu, H. (2019). Nötral Elektrolize Su Uygulamasının Maydanoz Dezenfeksiyonu ve Depolamasında Bazı

- Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 48 s.
- Al-Haq, M.I., Sugiyama, J., & Isobe, S. (2005). Applications of electrolyzed water in agriculture and food industries. *Food Science and Technology Research* 11(2),135–50. doi:10.3136/fstr.11.135
- Ampiauw, R.E., Yaqub, M., & Lee, W. (2021). Electrolyzed water as a disinfectant: A systematic review of factors affecting the production and efficiency of hypochlorous acid. *Journal of Water Process Engineering*, 43 (2021), 102228 doi:10.1016/j.jwpe.2021.102228
- Athayde, D.R., Flores, D.R.M., Silva, J.S., Silva, M.S., Genro, A.L.G., Wagner, R., Campagnol, P.C.B., Menezes, C.R., & Cichoski, A.J. (2018). Characteristics and use of electrolyzed water in food industries. *International Food Research Journal*, 25(1): 11 – 16
- Belay, Z. A., Botes, W. J., & Caleb, O.J. (2021). Effects of alkaline electrolyzed water pretreatment on the physicochemical quality attributes of fresh nectarine during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 00, e15879. doi:10.1111/jfpp.15879
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., & Kontominas, M.G. (2004). Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, (21), 157-165. doi:10.1016/S0740-0020(03)00059-5
- Colangelo, M.A., Caruso, M.C., Favati, F., Scarpa, T., Condelli, N., & Galgano, F. (2015). Electrolysed water in the food industry as supporting of environmental sustainability. In: *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*. Ed: Vastola, A. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Pp 397. DOI:10.1007/978-3-319-16357-4
- Connell, J. J. (1995). *Control of fish quality*. Fourth edition. Fishing News Books. Blackwell Science, Oxford. 245 p.
- Çaklı, Ş. (2007). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ege Üniversitesi. Yayın No:76, Su Ürünleri Fakültesi. ISBN: 978-975-483-7611-2, Cilt 1, 696s.
- Çelik, U., Çaklı, Ş., & Taşkaya, L. (2002). Bir süpermarkette tüketime sunulan dondurulmuş su ürünlerinin biyokimyasal kompozisyonu, fiziksel ve kimyasal kalite kontrolü. *Su Ürünleri Dergisi (EgeJFAS)*, 9 (1-2), 85-96.
- Dewi, F.R., Stanley, R., Powell, S.M., & Burke, C.M. (2017). Application of electrolysed oxidising water as a sanitiser to extend the shelf-life of seafood products. *Journal Food Science and Technology*, 54(5), 1321-1332. doi:10.1007/s13197-017-2577-9
- Duarte, A.M., Silva, F., Pinto, F.R., Barroso, S., & Gil, M.M. (2020). Quality assessment of chilled and frozen fish. *Foods*, 9, 1739; doi:10.3390/foods9121739
- Feliciano, L., Lee, J., Lopes, J. A., & Pascall, M.A. (2010). Efficacy of sanitized ice in reducing bacterial load on fish fillet and in the water collected from the melted ice. *Journal Of Food Science*, 75 (4), 231-238 doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01583.x
- Gray, J.J., Gomaa, E.A., & Buckley, D.J., (1996). Oxidation quality and shelf-life of meat. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Greig, C., & Cronin, L. (2016). Hydrogen from water electrolysis. Chapter 16. In: *Storing Energy with Special Reference to Renewable Energy Sources*. Ed: Letcher, T. M. Elsevier, Netherlands, 565 p.
- Gülyavuz, , H., & Ünlüsayın, M. (1999). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Sahin Matbaası, Ankara, 366s.
- Hati, S., Mandal, S., Minz, P.S., Vij, S., Khetra, Y., Sinh, B.P., & Yadav, D. (2012). Electrolyzed oxidized water (EOW): Non-thermal approach for decontamination of food borne microorganisms in food industry. *Food and Nutrition Sciences*, 2012, (3), 760-768 doi:10.4236/fns.2012.36102
- Hricova, D., Stephan, R., & Zweifel, C. (2008). Electrolyzed water and its application in the food industry. *Journal of Food Protection*, 71(9),1934-1947.
- Huang, Y., Hsieh, H., Lin, S., Lin, S., Hung, Y., & Hwang, D. (2006a). Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food Control*, 17 (2006), 987-993.
- Huang, Y., Shiao, C., Hung, Y., & Hwang, D. (2006b). Change of hygienic quality and freshness in tuna treated with electrolyzed water and carbon monoxide gas during refrigerated and frozen storage. *Journal of Food Science*, 71(4), M127-M133.
- Huang, Y.R., Hung, Y.C., Hsu, S.Y. Huang, Y. W., & Hwang, D.F. (2008). Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control*, 19(2008), 329-345. doi:10.1016/j.foodcont.2007.08.012
- Huang, X., Zhu, S., Zhou, X., He, J., Yu, Y., & Ye, Z. (2021). Preservative effects of the combined treatment of slightly acidic electrolyzed water and ice on pomfret. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(1), 230-236. doi: 10.25165/j.ijabe.20211401.5967
- Kasai, H., Kawana, K., Labaiden, M., Namba, K., & Yoshimizu, M. (2011). Elimination of *Escherichia coli* from oysters using electrolyzed seawater. *Aquaculture*, 319 (2011), 315-318. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.07.025
- Kaya, Y. (1998). Balık dondurma teknolojisinde kalite ve dayanma süresini etkileyen faktörler üzerine bir

- araştırma. Doktora Tezi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 93 s.
- Kim, W., Lim, Y., Shin, I., Park, H., Chung, D., Suzuki, T. (2006). Use of electrolyzed water ice for preserving freshness of pacific saury (*Cololabis saira*). *Journal of Food Protection*, 69 (9), 2199-2204.
- Lin, T., Wang, J.J., Li, J.B., Liao, C., Pan, Y.J., & Zhao, Y. (2013). Use of acidic electrolyzed water ice for preserving the quality of shrimp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, (61), 8695-8702. doi:10.1021/jf4019933
- Luan, L., Wu, C., Wang, L., Li, Y., Ishimura, G., Yuan, C., Ding, T., & Hu, Y. (2017). Protein denaturation and oxidation in chilled hairtail (*Trichiurus haumela*) as affected by electrolyzed oxidizing water and chitosan treatment, *International Journal of Food Properties*, 20 (3), S2696-S2707. doi:10.1080/10942912.2017.1397693
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Kawai, Y., Shin, I-S., & Suzuki, T. (2006). Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 331-337 doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.09.010
- Mahmoud, B. S. M. 2007. Electrolyzed water: A new technology for food decontamination. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103 (5), 212-221.
- Mahmoud, B. S. M., Kawai, Y., Yamazaki, K., Miyashita, K., & Suzuki, T. (2007). Effect of treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on the proximate composition, amino acid and fatty acid composition of carp fillets. *Food Chemistry*, 101 (2007), 1492-1498. doi:10.1016/j.foodchem.2006.03.057
- Meireles, A., Giaouris, E., & Simões, M., (2016). Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. *Food Research International*, 82, 71- 85. doi:10.1016/j.foodres.2016.01.021
- Novak, J. S., Sapers, G. M., & Juneja, V. K. (2003). *Microbial safety of minimally processed foods*. CRC Press LLC, 343p, Boca Raton, USA.
- Newsad, A.A.K.M., Khan, N.D., Hasan, M.M., Rahman, S.M.E., Araki, T., & Yoshimatsu, T. (2020). Efficacy of electrolyzed water against bacteria on fresh fish for increasing the shelf-life during transportation and distribution. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, (15), 351-362. doi:10.1007/s00003-020-01288-9
- Özer, N. P., & Demirci, A. (2005). Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* Scott A and response surface modeling. *Journal of Food Engineering*, 72 (2006), 234-241.
- Park, H., Hung, Y., & Kim, C. 2002. Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces. *Journal of Food Protection*, 65 (8), 1276-1280. doi:10.4315/0362-028x-65.8.1276.
- Parry, A., P. Bleazard., & K. Okawa. (2015). *Preventing Food Waste: Case Studies of Japan and the United Kingdom*. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 76, OECD Publishing, Paris. DOI:10.1787/5js4w29cf0f7-en
- Pazır, F., Kışla, D., Taşkaya, L., Kuşçu, A., Dinçer, M.T., & Baydar, T. (2008). *Sebze ve balık işlemede elektrolize yükseltgen suyun kullanımı*. Proje Sonuç Raporu. PROJE NO: TOVAG-106 O 110
- Pilizota, V. (2012). Consumer needs for affordable food of good quality: serving consumer demands. *Rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti Tehnička znanosti knj*, 513(15), 77-92.
- Phuvasate, S., & Su, Y. (2010). Effects of electrolyzed oxidizing water and ice treatments on reducing histamine-producing bacteria on fish skin and food contact surface. *Food Control*, 21 (2010), 286-291. doi:10.1016/j.foodcont.2009.06.007
- Poçan, H.B., Karakaya, M., & Ulusoy, K. (2011). Elektrolize Suyun Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Gıda*, 36(3), 169-176.
- Poçan, H. B. (2012). Elektrolize suyun sığır ve tavuk etlerinin bazı emülsiyon karakteristikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Konya, 80 s.
- Rahman, S.M.E., Khan, I., & Oh, D. (2016). Electrolyzed Water as a Novel Sanitizer in the Food Industry: Current Trends and Future Perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 471-490. doi: 10.1111/1541-4337.12200
- Rasco, B., & Ovissipour, M. (2015). Electrolyzed water applications in aquaculture and the seafood industry. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 2015(6), 293. doi:10.4172/2155-9546.100
- Sallam, I.K. (2007). Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. *Food Chemistry*, 101(2), 592-600. doi:10.1016/j.foodchem.2006.02.019
- Shirahata S, Hamasaki T., & Teruya K. (2012). Advanced research on the health benefit of reduced water. *Trends in Food Science and Technology*, 23(2), 124-31. doi:10.1016/j.tifs.2011.10.009
- Shiroodi, S.G., Ovissipour, M., Ross, C.F., & Rasco, B.A. (2016). Efficacy of electrolyzed oxidizing water as a pretreatment method for reducing *Listeria monocytogenes* contamination in cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Control*, 60(2016), 401-407 doi:10.1016/j.foodcont.2015.08.020

- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., & Baygar, T. (2004). *Su ürünleri İşleme Teknolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, İstanbul, 491 s.
- Wang, J.J., Lin, T., Li, J.B., Liao, C., Pan, Y.J., & Zhao, Y. (2014). Effect of acidic electrolyzed water ice on quality of shrimp in dark condition. *Food Control*, 35(2014), 207-212. doi:10.1016/j.foodcont.2013.07.005
- Xu, G., Tang, X., Tang, S., You, H., Shi, H., & Gu, R. (2014). Combined effect of electrolyzed oxidizing water and chitosan on the microbiological, physicochemical, and sensory attributes of American shad (*Alosa sapidissima*) during refrigerated storage. *Food Control*, 46 (2014), 397-402 doi:10.1016/j.foodcont.2014.06.010
- Zhang, B., Ma, K., Deng, S., Xie, C., & Qui, X. (2015). Shelf-life of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as affected by weakly acidic electrolyzed water ice-glazing and modified atmosphere packaging. *Food Control*, 51 (2015), 114-121 doi:10.1016/j.foodcont.2014.11.016
- Zhao, L., Li, S., & Yang, H. (2021). Recent advances on research of electrolyzed water and its applications. *Current Opinion in Food Science*, 2021(42), 180–188. doi:10.1016/j.cofs.2021.03.004

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## REVIEW

# Application of Models to Eutrophication in Lakes

Serap Pulatsü

Ankara University Faculty of Agriculture, 06110 Dışkapı, Ankara, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-5277-417X>

Received: 28.09.2022 / Accepted: 14.11.2022 / Published online: 29.12.2022

### Key words:

Lakes  
Modelling  
Eutrophication  
Prediction  
Simulation

**Abstract:** One of the phenomena that causes ecological concerns is lake eutrophication. Lakes are under the threat of water quality degradation and ecological imbalance due to increased anthropogenic activity, particularly in developing countries. In this context, limnologists and environmental scientists have been using numerical modeling in their studies of aquatic ecosystems over the last few decades. Ecological models use ecosystem-process interactions to simulate future management scenarios and evaluate the system's response to eutrophication. Utilizing ecological models has made it simpler than ever to estimate and manage lake eutrophication. However, due to lake-specific issues, the models are becoming increasingly detailed. In this review; a) The model types used in eutrophication-focused modelling studies were summarized b) Model utilizations based on different eutrophication elements and events were highlighted via several recent national and international studies.

### Anahtar kelimeler:

Göller  
Modelleme  
Ötrofikasyon  
Tahmin  
Simulasyon

### Göllerde Ötrofikasyona İlişkin Model Uygulamaları

**Öz:** Göllerin ötrofikasyonu, günümüzde ekolojik endişe yaratan olgulardan biridir. Göller özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan antropojenik faaliyetler nedeniyle su kalitesinde bozulma ve ekolojik dengesizlik sorunuyla karşı karşıyadır. Bu bağlamda, son birkaç on yıldır limnologlar ve çevre bilimcileri, sucul ekosistemlerin bu sorununa yönelik çalışmalarında, sayısal modellemeyi bir araç olarak kullanmaktadır. Ekolojik modeller, ekosistem proses-etkileşimlerini, geleceğe yönelik yönetim senaryolarını simule etmek ve ötrofikasyona karşı sistemin tepkisini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ekolojik modellerin kullanımı ile göllerde ötrofikasyonun tahmini ve kontrolü eskiye göre daha kolay hale gelmiştir. Ancak göllere özgü sorunlar nedeniyle modeller giderek daha ayrıntılı bir formata bürünmeye devam etmektedir. Bu derleme çalışmasında; a) Ötrofikasyon odaklı modelleme çalışmalarında kullanılan model tipleri özetlenmiş b) Farklı ötrofikasyon unsurlarını ve olaylarını esas alan çeşitli model kullanımlarına, güncel bazı yabancı ve yerli çalışmalarla dikkat çekilmiştir.

### Giriş

Ötrofikasyon, günümüzde sucul ekosistemlerin karşı karşıya kaldığı en zorlu çevresel sorunlardan biridir. Bu sorun aslında, bir su kütlesinin temel besin elementleriyle giderek daha fazla zenginleştiği, yaşlanmaya benzer ekolojik bir süreçtir. Ötrofikasyonun belirtileri arasında primer prodüktivitedeki artış, alg patlamaları, yüksek turbidite ve anoksik koşullar, su kütlesinin dip tabakalarındaki detritus çürümelerinden kaynaklanan balık ölümleri sayılabilir. Ötrofikasyon çeşitli yollarla insan ve hayvanlarda sağlık sorunlarına yol açabilir; özellikle ötrofikasyona uğramış su kütlesinden içme suyu temini, sağlığı tehdit etmektedir. Ayrıca estetik ve ekonomik açıdan da olumsuzluk boyutu söz konusudur. Ötrofikasyonu değerlendirmek için anahtar faktörlerden genellikle toplam fosfor (TP), toplam azot (TN), Secchi Diski derinliği, klorofil-a ve çözünmüş oksijen değerleri dikkate alınmaktadır (Bhagowati ve Ahamad, 2019).

Ötrofikasyon doğal ve yapay kaynaklı olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Doğal ötrofikasyon süreci jeolojik zamanda çok yavaş gerçekleşirken, insan kaynaklı (yapay) ötrofikasyon, antropojenik faaliyetlerle büyük ölçüde hızlandırılmaktadır. İnsan kaynaklı ötrofikasyonun hızlanmasında, şehirleşme, tarımsal gübre ve deterjanlardaki artışa paralel olarak sucul ekosistemlere besin elementi girişinin artışı önemli rol oynamaktadır.

Ötrofikasyon sorununa daha iyi bir bakış açısı kazandırarak tahmin gücü yüksek ekolojik modellerin kullanımı, ötrofikasyonla mücadelede yeni bir pencere açmıştır. Bu bağlamda, 1970'lerin ve 1980'lerde istatistiksel model kullanımı ile başlayan girişimler, son yirmi yılda önemli ölçüde "veri güdümlü" modellere doğru evrilmiştir. Bu tür modeller, geçmişte mevcut olmayan ancak göl izleme sistemlerinin günümüzde toplayabildiği

\*Corresponding author: [spulatsu@agri.ankara.edu.tr](mailto:spulatsu@agri.ankara.edu.tr)

büyük veri kümelerine ihtiyaç duymaktadır. Zaman içerisinde göl modelleri, hidrodinamik ve ekolojik süreçleri birleştirerek disiplin alanını genişletmiş, daha önce uygulanmayan belirli besin elementi ağları modelleri geliştirilmiştir. Adaptasyon ve tür kompozisyonundaki değişimleri dikkate alan yapısal olarak dinamik modeller, göl modelleme çalışmalarında uygulanmıştır. Yapay sinir ağları (YSA'lar) da doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkileri tahmin edebildikleri için göl ötrofikasyonunu incelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu derleme çalışmasının amacı, ötrofikasyonun modellendiği araştırmaların giderek daha geniş bir karmaşıklık yelpazesine doğru evrildiği günümüze kadar olan süreçte dair derli toplu bir bilgi aktarımıdır. Bu amaçla; a) Ötrofikasyon odaklı modelleme çalışmalarında kullanılan model tipleri özetlenmiş b) Farklı ötrofikasyon unsurlarını ve olaylarını esas alan çeşitli model kullanımları, güncel bazı yabancı ve yerli çalışmalar ışığında ele alınmıştır.

### Model Tipleri

Modelleme çalışmaları, ağırlıklı olarak geliştirilen modelleme yaklaşımının avantajlarına ve diğer sistemlere aktarılabilirliğine odaklanmaktadır. Ekosistemin matematiksel olarak nasıl temsil edildiğine bağlı olarak, modeller öncelikle ampirik ve mekanik modeller olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Fornarelli vd., 2013).

### Ampirik modeller

Veri-odaklı modeller olarak da adlandırılan ampirik modeller, mevcut veri kümelerinden türetilmiştir (Elshorbagy ve Ormsbee, 2006). Esas olarak, tahmin değişkenleri ve ele alınan değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkilerden oluşurlar. Ampirik modellerin; ekosistem süreçleri ile verilerin kendileri hakkında çok az ön bilgiye ihtiyaç duyması, az veri ve basit matematik gerektirmesi gibi avantajları söz konusudur. Vanhuet (1992) tarafından bu modellerin; bir grup göl için iyi tahminler verdiği, tek bir göle uygulandığında ise genellikle büyük belirsizliklere yol açtığı belirtilmiştir. Ancak yerinde sensörlere dayalı yüksek frekanslı ölçüm sistemlerinin artan kullanımı nedeniyle, ampirik modellere olan ilgi devam etmektedir.

Bhagowati ve Ahamad (2019)'ın bildirdiği üzere, ilk ötrofikasyon modeli, 1968'de Vollenweider tarafından geliştirilmiştir. Sonraki dönemde ekolojik modellemenin gelişimi, bu çalışmanın bilimsel anlayışına dayanmıştır. Bu konudaki diğer ilk çalışmalar arasında, besin elementleri ve klorofil-a arasındaki ilişkinin bazı Japon göllerinde uygulandığı bir çalışma ile Dillon ve Rigler (1974a) tarafından Kuzey Amerika göllerinde yapılan TP (toplam fosfor) ve klorofil-a arasındaki istatistiksel model yer almaktadır. Ötrofikasyon kontrolünde popülerlik kazanan bir diğer model, Vollenweider modelinin ampirik bir modifikasyonu olan OECD modelidir. Bu model, değişen TP konsantrasyonu ve suyun alıkonma süresi değerlerine sahip 87 göl için test edilmiş ve sonuçlara yönelik korelasyon katsayısı 0,86 olarak bulunmuştur. Daha sonra buna benzer birçok statik yük modeli Chapra ve Reckhow

(1979), Nürnberg (1984), Ahlgren vd. (1988) tarafından kullanılmıştır. Genellikle benzer olan tüm bu statik modeller, gölün tamamen karışık bir kararlı hal reaktörü olduğu ve besin elementlerinin özellikle fosforun, çıkış suyuyla uzaklaştırılan ve sedimentte tutulan miktarını hesaplamak için bir veya birkaç basit denklemin kullanıldığı modellerdir. Bu modellerde dikkate alınan girdi değişkenleri, göle ulaşan besin elementleri (TP konsantrasyonu), suyun alıkonma süresi ve suyun ortalama derinliğidir. Genel çıktı değişkenleri ise, göl suyundaki toplam fosfor ve toplam fosfor tutulumudur.

Fitoplankton konusundaki bazı modeller – çoğunlukla ampirik ve statik olanlar – sadece toplam fosforu (Dillon ve Rigler, 1974a, 1974b; Nürnberg ve LaZerte, 2004) ve/veya toplam azot konsantrasyonlarını (Brown vd., 2000; Reckhow, 1993) dikkate almışlardır. Ayrıca fosfor ve azotun çözülmüş-partiküler fraksiyonları ile azotun farklı fraksiyonları ve nitrifikasyon- denitrifikasyon süreçlerini de dikkate alan modeller geliştirilmiştir (Lindim vd., 2015; Wu vd., 2017). Sedimentten kaynaklanan iç kaynaklı besin elementi yüklemesi, modellerde dikkate alınan bir diğer unsurdur (Wu vd., 2017). Bu tip modellerin etkinliğini artırmak için yeni istatistiksel yaklaşımlar da önerilmektedir. Örneğin, Xu vd. (2015)'de sıradan en küçük kareler regresyonu yerine quantile regresyonun uygulandığı modellerden söz edilmiştir. Freeman vd. (2009)'un çalışmasında, besin elementi ve klorofil konsantrasyonlarını ilişkilendirmek içinse Bayes modeli kullanılmıştır.

### Mekanik modeller

Mekanik modeller, süreç-odaklı (Arhonditsis ve Brett, 2005a) veya teorik modeller (Vanhuet, 1992) olarak da adlandırılırlar. Bu modellerin çoğu, biyojeokimyasal süreçleri ayrıntılı olarak tanımlayan ve çözümleri sayısal yöntemlerle elde edilen bir dizi diferansiyel veya fark denkleminde oluşur. Mekanik modeller birçok göle uygulanmış olup, bunların ekosistemlerin yersel-zamansal dinamiklerinin araştırılmasına olan katkıları yaygın olarak kabul edilmektedir. Örneğin, oksijene yönelik modellerin çoğu mekaniktir (Antonopoulos ve Gianniu, 2003).

### Dinamik modeller

Çoğu mekanik model dinamiktir. Ötrofikasyonu incelemek için göllerde yaygın olarak kullanılan altı karmaşık dinamik modelin avantaj ve dezavantajları Tablo 1'de sunulmuştur (Anagnostou vd., 2017).

Malmaeus ve Hakanson (2003), göl suyundaki askıda katı madde (AKM) tahmini için dinamik bir model önermişlerdir. Modelde girdi suyu, iç kaynaklı üretim, sedimentasyon, taşınım, erozyon, tekrar süspansiyon olma, karışma vb. kriterler dikkate alınmıştır. Model, birkaç Avrupa Gölü'ne ilişkin ampirik veri setine karşı test edilmiş ve modelin ampirik veri seti ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Modelin belirsizlik ve duyarlılık analizine göre, alloktan ve otokton AKM oluşumunun nicelleştirilmesi, sedimentasyon ve mineralizasyon gibi dahili süreçlere kıyasla oldukça belirsizdir.

**Tablo 1.** Farklı dinamik modellerin karşılaştırılması (Anagnostou vd. (2017)'den alıntılanmıştır)

| Model uygulamaları    | AQUATOX   | CAEDYM  | CE-QUAL-ICM                            | EFDC  | MIKE3FM-ECOLAB                                | WASP  |
|-----------------------|---|---|--|---|---|---|
| <b>Avantajları</b>    | Esnek yapısı duyarlık analizleri kapsar. Mevsimsel makrofit büyüme- ölümlerini dikkate alır ve dekompozisyon süreci, besin elementleri döngüsü, detritus ve oksijen konsantrasyonlarını etkileyebilir. Bazı trofik düzeyleri ve tekrar mineralizasyon için sediment diagenesini dikkate alır. | Esnek bir modeldir. Zooplanktonun fitoplankton üzerindeki otlama baskısını simüle eder. | Bentik-sediment diagenesisi kapsar.    | Sediment diagenesis modülünü içerir.                                  | Nispeten büyük alanları tanımlamaya uygundur. | Çoğu su tipi için kullanılabilir. Modüller bir yapıya dayanır. Tekrar mineralizasyon için sediment diagenesis modelini kapsar.  |
| <b>Dezavantajları</b> | İnorganik kirleticileri dikkate almamaktadır. Metal veya organometallere uyarlanamayabilir.   | Sediment diagenesisi, metaller veya toksik metalleri dikkate almaz.                     | Bakteri sayısı modülünü dikkate almaz. | Zooplankton ve detritusu kapsamaz. Fazla arazi verisine gerek vardır. | -   | Bahar ve yaz aşırı alg üremeleri için tahmin edilemez bir biyolojik unsur içerebilir. Model denitrifikasyonu kapsamamakta ve sedimentle ilgili modifikasyona ihtiyaç bulunmaktadır. |

### Bir-üç boyutlu (1B-3B) modeller

Birleştirilmiş modellerin yersel boyutu sıfırdan (kutu modeller) üçe kadar değişmektedir. Bir göl veya bir göl içindeki her bir kutunun su kütlesi, tamamen karışık karıştırılmalı bir tank reaktörü olarak temsil edilmektedir. Bir kutu modeli tek başına gölün yersel heterojenliğini açıklayamadığından, üç boyutlu modellerin (birbirine bağlı bir dizi kutu modeli) dikkate alındığı ifade edilmiştir (Muraoka ve Fukushima, 1986).

Dikey boyutlu bazı modeller termal tabakalaşmayı; epilimniyonu bir kutu ve hipolimniyonu bir kutu kabul eden 2 kutu modelleri kullanarak simüle etmişlerdir (Imboden, 1974; Imboden ve Gächter, 1978). Vertikal bir boyutlu (1B) modellerde, tabakalaşma ve tabaklaşmanın fitoplankton, besin elementleri ve oksijen dinamikleri üzerine etkisi ele alınmıştır. Daha az kullanılan iki boyutlu (2B) modeller ise tabakalaşmanın ihmal edilebileceği büyük fakat sığ sistemler için geliştirilmiştir. Üç boyutlu (3B) modeller de 2000'lerin başında ortaya çıkmış ancak 2010'larda, bilgisayar kullanımının ve yerinde ölçümlerin artması nedeniyle, giderek daha fazla göle uygulanmıştır (Deus vd., 2013; Leon vd., 2011). Ayrıca sediment de besin elementi döngülerinde kilit rol oynayan önemli bir unsurdur. Özellikle 0B modeller-kutu modelleri (Chapra ve Canale, 1991) veya 1B dikey modeller (Chung vd., 2009) sedimente odaklanmıştır. Bu tip modellerde sediment diyajenezi, sedimentin yeniden süspanse olması, sediment- su sütunu arasındaki besin elementleri ve/veya oksijen alışverişi dikkate alınan ana başlıklar olmuştur.

### Ötrofikasyonla ilgili farklı ekolojik model uygulamaları

Bu bölüm; birinci maddede belirtilen modellerin yıllar içerisinde geliştirilerek günün ihtiyaçlarına göre ele alınan konuların değişkenlik gösterdiği ötrofikasyon odaklı bazı çalışmaları kapsamaktadır.

#### Fitoplankton dinamikleri

Fitoplankton dinamiklerini daha iyi anlamayı amaçlayan süreç-odaklı modeller, mevsimsel veya çok yıllık zaman ölçeklerinde dikkate almaktadır. Bu modellerde ele alınan unsurlar; ana fitoplankton gruplarının ve/veya toplam fitoplankton biyokütlesi, toplam klorofil konsantrasyonu, epilimniyonda farklı derinliklerdeki değerler veya ortalama değerler ile fitoplankton patlamalarının fenolojisidir. Bu tür verileri elde etmek için gereken uzun zaman nedeniyle, ölçümler sıklıkla öfotik katmandan veya belirli bir derinlikten toplanan örneklerde yapılmaktadır (Bruce vd., 2006).

#### Siyanobakteri dinamikleri

Ötrofikasyon ve iklim değişikliğinin alg çoğalmalarını, daha da spesifik olarak siyanobakteriyel çoğalmalarını teşvik ettiğinden 1990'lardan bu yana, siyanobakteriler ötrofikasyon ile ilgili modelleme çalışmalarına konu olmuştur. Hense ve Beckmann (2006) adlı araştırmacılar, siyanobakterilerin dört yaşam evresini dikkate alarak bir model geliştirmişlerdir. Model çalışması, ötrofikasyonun azaltılması ve kontrolü açısından önem taşıyan zararlı siyanobakteri çoğalmasının anlaşılmasına ve tahminine yöneliktir. Araştırma, siyanobakteriyel çoğalmalarının



daha iyi tahmin edilmesi için yaşam döngüsünün tüm aşamalarının bilinmesi gerektiğini ve yalnızca sıcaklık ile P/N oranını dikkate almanın yeterli olmadığını göstermiştir. Siyanobakteri modelleri, yıllar bazında basit regresyon modellerinden (Onderka, 2007) üç boyutlu eşleştirilmiş hidrodinamik ekolojik modellere (Carraro vd., 2012) kadar çeşitlilik kazanmıştır.

### Sucul bitkilere ve su kalitesine histerezis tepkisi

Mulderij vd. (2007), su altı makrofitleri ve fitoplankton arasındaki rekabet üzerine odaklanan bir model kullanmışlardır. Modelde gölgeleme etkisi, sedimentin tekrar süspanse olması, besin elementleri için rekabet ve allelopati gibi değişkenler ele alınmıştır. Çalışmada, su üstü bitkisi *S. aloides*'in suda önemli gölgeleme etkisi ve yüksek allelopatik potansiyeli gösterdiği, charofitler içinse allelopatinin oransal katkısı ve gölgeleme etkisinin düşük veya ihmal edilebilir seviyede olduğu bildirilmiştir. Yüzen makrofitlere sahip sığ bir göl için su altı bitkileri ve fitoplankton arasındaki rekabete dair eşitlikler de çalışma kapsamında sunulmuştur.

### Çoklu besin elementi döngüleri

Arhonditsis ve Brett (2005a, 2005b) Washington Gölü (ABD)'nün restorasyonu için kompleks çok elementli bir model önermiştir. Model, çoklu besin elementi döngülerini (C, N, P, Si, O) ve farklı fitoplankton-zooplankton çeşitliliklerini kapsamaktadır. Modelde, temel su kalite parametre (TP, TN, DO) ve fitoplankton sonuçları %20'nin altında nispi hata ile simule edilmiş ve belirlenmiş aylık değerlerle uyum sağlamıştır. Yine ötrofik bir su kütleindeki ekosistem dinamikleri için değişkenler olarak besin elementi konsantrasyonu, alg, zooplankton popülasyonları, detritus miktarı ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunun dikkate alındığı bir model önerilmiştir (Misra, 2007). Model sonuçları, besin elementleri temini arttıkça alglerin, diğer sucul türler ile detritus yoğunluğunun arttığına ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunda bir azalma gözlemlendiğine işaret etmektedir. Shukla vd. (2008) ise, organik kirleticilerden etkilenen ötrofik su kütleleri için matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Organik kirleticilerin kümülatif konsantrasyonu, bakteri, besin elementleri, alg, detritus yoğunlukları ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu modelde dikkate alınan değişkenlerdir. Model analizi hem su kirliliğinin hem de ötrofikasyonun eşzamanlı etkisinin, bu parametrelerin tek başına etkisinden daha çok seviyede çözünmüş oksijeni azalttığını ortaya koymuştur.

Ötrofikasyon modellerinin iyileştirilmesi için çok çeşitli değişkenlerin dikkate alınmasına dair bir başka çalışma Zhao vd. (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Modelde, çoklu besin elementi döngüleri (P, N, Si, C ve O), fonksiyonel fitoplankton grupları (diatomlar, yeşil algler ve siyanobakteriler) ve iki zooplankton grubu (Copepod ve Caladoseralar) yer almıştır. Araştırmacılar tarafından, bu tip modellerde stokiyometrik besin elementleri döngüsüne ait teorik son bilgilerin kullanımının, modelin etkinliği açısından faydalı olacağı vurgulanmıştır.

Mieleitner ve Reichert (2006), farklı trofik durumdaki üç gölde fonksiyonel fitoplankton gruplarını modellemiştir. Araştırmacılar fonksiyonel grup modellemesini, göl ekosistemleri ile özelliklerini anlamada ve ekosistemin farklı besin elementi etkilerine karşı tepkisine karar verme açısından yararlı bulmuşlardır.

### Dış kaynaklı besin elementi yüküne tepkiler ve besin elementi ağı etkileşimleri

Danimarka'daki 16 sığ ötrofik gölde, 7-8 yıllık kütle dengesi verilerine dayanarak dış yüklemeye karşı TP konsantrasyonunun mevsimsel değişimlerinin tahminine yönelik ampirik bir model geliştirilmiştir (Jensen vd., 2006). Model, iç yüklemeye nazaran düşük dış kaynaklı yüklemenin söz konusu olduğu erken geri dönüşüm aşamasını tanımlamayı amaçlamıştır. Model sonuçları; tahmini ortalama TP konsantrasyonunun, gözlemlenen değerlere kıyasla ortalama %12 düzeyinde saptığını ve tahmin sonuçlarının dış kaynaklı yüklemeye azalmasını takiben mevsimsel dinamiklerle çok benzeştiğini ortaya koymuştur. Ancak model, bulanık sudan berrak su durumuna geçiş sırasındaki mevsimsel değişimleri tanımlamaya uygun bulunmamıştır. Hakanson ve Bryhn (2008) tarafından "Lake Foodweb" adlı bir model her tür göle uygulanabilen TP için modifiye edilmiştir. Bu model, diferansiyel eşitliklere ve girdi-çıkıtı suları ile iç kaynaklı salınımların kütle dengesine dayanmaktadır. Model, 41 farklı göl için test edilmiş ve bu modelin sudaki TP konsantrasyonlarını başarılı bir şekilde tahmin edebildiği belirlenmiştir. Ayrıca model sedimentteki TP, sedimentasyon, zamansal değişimler, yüzey ve dip – sularındaki TP hakkında ek bilgi sunmaktadır.

Zhang vd. (2008), Erie Gölü için iki boyutlu hidrodinamik ve ekolojik prosesleri içeren bir model geliştirmişlerdir. Ayrıca, çalışmaya zooplankton alt-modelleri ile zebra ve quagga midyelerinin etkisinin nasıl dahil edileceği araştırılmıştır. Model 18 durum değişkenine sahiptir ve kabul edilebilir şekilde doğrulanmıştır. Sonuçlar, dreissenid midyelerinin alg biyokütlesi üzerinde doğrudan otlama etkilerinin zayıf olduğunu göstermiştir. Çin'de şehir içinde bulunan göller için geliştirilen 2-boyutlu ötrofikasyon modeli ise; besin elementleri, fitoplankton ve zooplankton arasındaki etkileşimler ile mevsimsel ve bölgesel su kalitesi değişikliklerini tanımlamaktadır (Li-kun vd., 2017). Model simülasyonu ve saha verileri arasındaki karşılaştırma, modelin hidrodinamik verileri ve ötrofikasyon dinamiklerini makul bir şekilde %11'den daha az bağıl hata ile hesaplayabilmiştir. Sonuçlar, gölün litoralindeki nitrat, fosfat, amonyak ve klorofil-a konsantrasyonunun gölün orta bölümüne göre daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Yağmur sularının yüzey akışları ile göle ulaşmasının da bu duruma önemli katkısı olduğu belirtilmiştir.

### Farklı yönetim stratejilerine göl ekosisteminin yanıtı

Evsel ve endüstriyel atık suların su kaynaklarına karışmasının önlenmesi, bazı göllerde 1960'lı yıllarda göl restorasyonu için başarıyla kullanılmıştır. 1972'de ABD ve

Kanada'nın ortak çabasıyla, Erie Gölü'ne ulaşan evsel ve endüstriyel girdinin azaltılması amaçlanmıştır. Yerel yönetim deşarjlarından kaynaklanan fosfor yüklerinin 1985'te %84 oranında azaltıldığı bildirilmiştir (Makarewicz ve Bertram, 1991).

Etki-yük (ELS) duyarlılığı modelleri, çevre bilimlerinde ve göl yönetiminde anahtar rol oynamaktadır. Bu modellerin amacı, işlevselliği tanımlanmış ekolojik etki değişkenlerini, yük ve çevresel duyarlılık değişkenleriyle nicelleştiren tahminler yapmaktır. Doğrulanmış bu modeller, pratik olarak uygulanabilir iyileştirme önlemlerini simüle etmek için bir araç olmakta ve kritik yük, doğal yük ve kılavuz limitler/değerler gibi önemli kavramları tanımlamada kullanılabilir. Bu modeller, göllerde doğrulanmış yüksek tahmin gücüne sahiptir. Göllerdeki civa, radyosezyum ve fosfor için ampirik (statik) ve dinamik (zamana bağlı) ELS modelleri mevcuttur (Hakanson, 2002).

İsveç'te bir gölün ötrofikasyonunu azaltmak için farklı eylemlerin etkileri (besin elementi girdilerinin azaltılması, biyomanipülasyon, herbisit uygulaması) dikey bir boyutlu biyojeokimyasal modelle analiz edilmiştir (Pers, 2005). Simülasyon sonuçlarına göre, gölün iyileştirilmesine yönelik en iyi önlemin, besin elementleri azaltımı ile birlikte biyomanipülasyon uygulaması olacağına işaret edilmiştir. Gürkan vd. (2006), Fure Gölü'nde (Danimarka) restorasyonun etkilerini tahmin etmek amacıyla yapısal dinamik model geliştirmişlerdir. Model, iki yıllık veriler baz alınarak doğrulanmış ve sedimentin havalandırılması ve biyomanipülasyonun kombine etkisinin, bu yönetsel uygulamaların tek başına uygulamasına göre, göldeki fitoplankton ve toplam fosforun azaltılmasında daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Kuzey İtalya'daki 35 alt Alpin gölü üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada (Salerno vd., 2014), toplam referans fosfor girdilerini tahmin etmek için deterministik havza modellerinin gerekliliği vurgulanmıştır. Ancak besin elementi girdilerindeki bir azalmaya karşı ekosistemin kısa vadeli tepkisi için modellerin çok büyük bir belirsizlik düzeyi de söz konusu olmuştur. Ofir vd. (2017) tarafından, Kinneret Gölü'nde (İsrail), 1996'dan 2012'ye kadar gölde uygulanan uzun vadeli biyomanipülasyon programının etkisini görmek amaçlı bir çalışma yapılmıştır. Araştırmacılar, gölün besin elementleri ağını incelemek için Ecopath modeline dayalı bir zamanlı dinamik model (Ecosim) uygulamışlardır. Model, göl besin elementleri ağının önemli bileşenlerini temsil eden farklı fitoplankton, zooplankton ve balık türlerini dikkate alan toplam 26 gruba kapsamaktadır. Simülasyon sonuçları, gölde uygulanan biyomanipülasyon programının su kalitesini iyileştirmediğini, aksine fitoplankton büyümesinin artmasıyla su kalitesinin bozulduğunu ortaya koymuştur.

Bhagowati ve Ahamad (2019) tarafından yapılan çalışmada, belirli bir süre boyunca besin elementi yüklemesi de belirli miktarda azaltıldığında, gölün trofik durumunun nasıl değişeceği sorusuna yanıt almak mümkün olmuştur. Ayrıca bu modelle sedimantasyon

hızının, sedimentin uzaklaştırılmasının, sistemin orijinal-doğal haline dönebilmesi için gereken zamanın anlaşılmasında faydalı olabileceğine işaret edilmiştir.

### İklim değişikliğine ekosistemin tepkisi

Modellerin yaygın bir uygulaması da küresel değişikliklerin, özellikle iklim değişikliğinin olası etkilerinin incelenmesidir. Bilindiği üzere, iklim değişikliği; yağış modellerini, rüzgar hızlarını, güneş radyasyonunu ve hava sıcaklığını etkileyecektir.

Malmaeus vd. (2006), üç farklı gölde uygulanmak üzere mekanik fosfor modeli geliştirmişlerdir. Model sonuçları, göllerin iklim değişikliğine karşı farklı duyarlılıkta olduğu ve bu durumun suyun farklı alıkonma süreleri ile açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Bergamino vd. (2007) ise, Tanganyika Gölü'nün yersel-mevsimsel dinamiklerini göz önünde bulunduran bir modelleme yaklaşımıyla yoğun uzaktan algılamaya-dayalı ölçümleri birleştirmişlerdir. Araştırmacılar, ampirik ortogonal fonksiyon analizini fitoplankton biyomasının benzer mevsimsel ortak-değişim gösteren bölgelerini belirlemek için kullanmışlardır. Çalışma fitoplankton dinamiklerinin iklimsel değişikliklerle olası ilişkisini belirlemek için de gerçekleştirilmiştir. Bulgular ışığında, iklim değişikliklerine karşı gölün yüksek hassasiyette olduğu tespit edilmiş ve değişen iklimsel koşullara karşı büyük göllere yönelik yeni yaklaşımlar da sunmuştur.

Antarktika'daki Crooked Gölü için geliştirilen termodinamik bir modele göre, tatlı su gölü buzu hava sıcaklığından diğer tüm değişkenlerden daha fazla etkilenmektedir. Modelin iklim değişikliklerini takip etmek, farklı iklim değişikliği senaryolarını karşılaştırmak için kullanılabilmesi ifade edilmiştir (Reid ve Crout, 2008). Yamashiki vd. (2010) tarafından, Japonya'daki Biwa Gölü için MRI-GCM ve BIWA-3B modeli entegre edilerek küresel ısınmanın göl suyu sıcaklığı üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, göl suyu sıcaklığına ilişkin iklim değişikliği senaryosu için duyarlılık analizi yapılmıştır. MRI-GCM çıktısından 2099 yılı için, 2002 yılındaki sıcaklığa göre yaz aylarında yüzey sularında önemli bir sıcaklık artışı öngörülmüştür. Ayrıca model bulgularına bakarak, epilimniyonun kalınlığının da yüksek atmosferik sıcaklıklarda artış gösterdiği ve hipolimniyonda biriken ısının göl ekosisteminin ciddi şekilde bozulmasına neden olabileceği belirtilmiştir.

İklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkisi özellikle siyanobakterilere odaklanmıştır. Elliott ve Defew (2012) tarafından, iklim değişikliğinin siyanobakteriler üzerindeki etkisine ilişkin on modelleme çalışmasının ana unsurları; su sıcaklığındaki artış, suyun alıkonma süresi ve havzadan olan besin elementleri yüklemesi olarak belirlenmiştir. Araştırmacılara göre, iklim değişikliğinin doğrudan etkileri, temel olarak fitoplankton dinamiklerinin fenolojisi ile ilgili olup yıllık toplam biyokütle miktarı ile çok az ilgilidir. Fitoplankton dizilimindeki bu değişiklikler bazı göllerde azot sınırlaması ile sonuçlanarak azot sabitleyen siyanobakterilerin baskınlığı desteklenmiştir.

### Hidrodinamik ve ekolojik süreçlerin entegrasyonu

Elliott vd. (2007) tarafından, Erken Gölü (İsveç) için hidrofiziksel model ve ekolojik modelin birleştirildiği bir model geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda, ekolojik süreçlere odaklanan bir modelle hidroloji üzerine olan modelin bir arada olduğu model kullanımının, başarılı sonuçlar verdiği ve önerilebileceği belirtilmiştir. Almanya'da sığ bir gölde azot ve fosfor gibi besin elementleri azaltımının, göl restorasyonuna etkisini incelemek için, hidrodinamik bir model ile su kalitesi modeli bir arada kullanılmıştır (Lindim vd., 2015). Simülasyon sonuçları, başarılı bir su kalite kontrolü için hem iç hem de dış kaynaklı fosfor yükünün azaltılması gerektiğine işaret etmektedir. Rucinski vd. (2016), Erie Gölü'ne ulaşan değişen miktarlardaki fosfat yüklemesine karşı ekosistem tepkisinin tahmini için bir model geliştirmişlerdir. Bir boyutlu bu model, bağlantılı bir hidrodinamik ve ötrofikasyon modeli olup, merkezi havzadaki gölün 19 yıllık gözlemleriyle kalibre edilmiştir. Sonuçlar, besin elementleri yüklemesinin kontrol edilmesiyle hipoksianın azaltılabileceğini, ancak iklimsel ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değişimlerin gözlemleneceğini göstermektedir. Model, Great Göllerinin su kalitesi standartlarını karşılamak için fosfor yükleme hedeflerinin belirlenmesinde oldukça iyi sonuçlar vermiştir.

Etiyopya'da Awassa Gölü için kullanılan Ecopath modelinde ise nispeten az veri seti ile çoğu parametrenin doğru tahmin edilebildiği bildirilmiştir (Fetahi ve Mengistou, 2007). Thapanand vd. (2007), Tayland'da yapay bir sulak alanda çoklu-tür balık avcılığına yönelik bir model geliştirmek için de Ecopath'ı kullanmışlardır. Modelin özellikle avcılıkta kıyısız zonların korunmasının potansiyel önemini optimizasyonu açısından yararlı olduğu belirtilmiştir. Villanueva vd. (2008), tarafından da Kivu Gölü'nde istilacı balık türlerinin etkisini belirlemek için de Ecopath modeli tercih edilmiştir. Araştırmacılar bu modelin; göle aşıl原因 balıkların, fitoplankton, zooplankton ve diğer balık türleri ile avcılık üzerindeki etkisini belirlemede kullanılabileceğine işaret etmişlerdir.

### Türkiye'de konuya ilişkin bazı çalışmalar

Türkiye'de ötrofikasyon odaklı model kullanımlarına ilişkin çalışmaların yabancı çalışmalara göre nispeten az ve yeni olduğu görülmektedir. Doksanlı yıllarda rastlanan bu çalışmalardan biri de fosfor bütçe modeli kullanarak Mogan Gölü'nde (Ankara), göle ilişkin toplam fosfor konsantrasyonunun tahminine yöneliktir (Pulatsü ve Aydın, 1997).

Muhammetoğlu ve Soyupak (2000) ise sığ göller için su kalitesi-makrofit interaksyonunu ele alan üç boyutlu bir su kalitesi modeli sunmuş ve test etmişlerdir. Bu model sığ göllerde makrofitler ve makrofitlerin çözünmüş oksijen, organik azot, nitrat, organik fosfor, ortofosfat, biyolojik oksijen ihtiyacı, fitoplankton ile sediment katmanı gibi su kalite bileşenleri arasındaki interaksyonları simüle etmeye yöneliktir. İki boyutlu hidrodinamik modelde, su seviyesi ve seyrelme hızı gibi unsurlar su kalite modeli ile

birleştirilerek kullanılmıştır. Ayrıca yapay sinir ağıları Mogan ve Eymir Gölü'nde ötrofikasyon modellemesinde (Karul vd., 2000) kullanılmıştır.

Zhang vd. (2003), bitki örtüsü ve su kalitesindeki artışlarla histerezis tepkisini göstermek için Mogan Gölü'ne (Ankara) yönelik yapısal dinamik bir model geliştirmişlerdir. Modelde fosfor temelli toplam dokuz değişken baz almıştır. Modele göre; gölde toplam fosfor konsantrasyonu 0,16-0,25 mg/L aralığında olduğunda, berrak fazdan su altı bitkilerindeki önemli azalmadan dolayı, bulanık su durumuna geçiş söz konusudur. Zira 0,25 mg/L eşik konsantrasyon üzerindeki fosfor konsantrasyonu durumunda, fitoplankton dominant hale gelirken, su altı bitkileri aniden kaybolmuştur. Model sonuçları, sığ göllerin restorasyonunun ötrofikasyon hızından çok daha yavaş bir şekilde olacağı yönündedir.

Erdoğan (2009) gerçekleştirdiği çalışma ile coğrafik bilgi sistemine (CBS) dayalı yöntemi kullanarak Özel Çevre Koruma Alanı da olan Tuz Gölü'nde, özellikle karar verici konumda olan yöneticilere arazi kullanım planları oluşturma planı hakkında bilgi vermeyi amaçlamıştır.

Mogan Gölü'ne (Ankara) ekosistem simülasyon modellerinden, Aquatox ve Wasp Modelleri ile Pamolare Modelinin alt modelleri uygulanmıştır (Karaaslan vd., 2010). Mogan Gölü'ne ilişkin birçok fiziksel, kimyasal, biyolojik ve hidrolojik data giriş parametresi olarak belirlenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Simülasyon (benzeşim) sonuçlarına göre, Aquatox Modeli ile özellikle sıcaklık, askıda katı madde ve pH parametreleri için oldukça iyi tahminler, toplam azot ve çözünmüş oksijen parametreleri içinse gerçek ölçüm değerlerine yakın veriler saptanmıştır.

Türkiye'de uygulanan farklı ekolojik modeller daha çok iklim değişikliği ve bazı antropojenik kaynaklı faktörlerin, göllerin özellikle su seviyesinde yol açtığı değişikliklere odaklanmıştır (Anonim, 2013; Altunkaynak ve Şen, 2007; Bahadır ve Özdemir, 2011; Karafistan, 2013; Ghorbani vd., 2018; Doğan vd., 2016; Kişi, 2009; Şen vd., 2000; Coppens vd., 2020).

Göllerde ötrofikasyonu karakterize eden su kalite parametreleri arasındaki ilişkilere dayanan istatistiksel yöntemlerle tahmin çalışmaları da bulunmaktadır (Katip vd., 2015). Şanal vd. (2015) ise, Mogan Gölü'nde ekolojik kalitenin tahmininde sucül makrofitleri baz alarak ekolojik kaliteyi modellemeyi hedeflemişlerdir.

Bucak vd. (2018) tarafından, süreç-tabanlı model çıktıları iki farklı göl ekosistem modeli (PCLake ve GLM-AED) ile bağlantılı olarak, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü için kullanılmıştır. Çalışmada gölde iklim değişikliğinin ve arazi kullanımının etkileri tahmin edilmiştir. Artan sıcaklık ve azalan besin elementi yükleme değişimlerinin, siyanobakterilerin gelişimini destekleyeceği, bu durumun gölün içme ve sulama suyu işlevlerini olumsuz etkileyeceği bildirilmiştir.

## Tartışma

1970'lerdeki ilk göl ötrofikasyon modelleri, göl içi fosfor- klorofil konsantrasyonu modelleri ile havza kaynaklı besin elementi yüklemesi-göl içi klorofil konsantrasyonu modellerini birbirine bağlayan ampirik modellerdir. Uygulanması çok kolay olan bu modeller, göl ötrofikasyonunu azaltmak veya kontrol etmek için arzu edilen besin elementleri ve klorofil konsantrasyon düzeylerini sağlamak açısından önem taşımaktadır (Vinçon-Leite ve Casenave, 2019). Bu anlamda, ekosistem hakkındaki çok az bilgiyle yalnızca ampirik modeller kullanılmıştır. Sürece-dayalı modeller ise yalnız ekosistemin süreçleri hakkında yeterli bilgi mevcutsa dikkate alınabilecektir. Bu tip modeller için, özellikle model parametrelerinin kalibrasyonuna ilişkin veriler gerekli olacaktır. Ancak süreç-temelli modellerin sonuçları nitel araştırmalar için kullanılıyorsa, model çıktılarının, güncel edinilmiş bilgilerle karşılaştırılarak doğrulanması gerekmektedir (Vanhuët, 1992; Pulatsü ve Aydın, 1997).

Göl ekosistemlerinin birçok ötrofikasyon modeli, izleme verilerinin mevcut olduğu çalışma sahalarına uygulanmıştır. Daha sonraları, birinci maddede değinildiği üzere, yersel (mekânsal) boyut (iyi karıştırılmış sistem, 1B dikeyden 3B modellere), su sütunu ile sediment değişimi, ekolojik işleyişin karmaşıklığı ve hidrodinamik açıdan özellikleri çok çeşitli olan dinamik deterministik modeller geliştirilmiştir (Bhagowati ve Ahamad, 2019).

Modelleme çalışmalarının amaçları arasında yıllar içerisinde büyük sorun haline dönüşen iklim değişikliklerinin etkisi altında göl ötrofikasyonunun beklenen orta ve uzun vadeli evriminin değerlendirilmesi konusu da önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca uzaktan algılama ve çok boyutlu bulut modeli vb. gibi gelişmiş araçlar da ekolojik modellemede uygulanmıştır (Bergamino vd., 2007). Son on yılda konunun uzmanları, fitoplankton biyokütlesinin uzaysal dağılımının uydu görüntüleriyle 3B modellerin uygulamasına yoğunlaşmıştır. Yine son modelleme çalışmalarında, çoklu besin elementi döngülerinin (P, N, C, Si, O) modellere dahil edilmesi, ötrofikasyon mekanizmasının daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır (Arhonditsis ve Brett, 2005a, 2005b; Zhao vd., 2008). Genellikle göl ekosistemi için büyük bir tehdit olarak kabul edilen siyanobakterilerin aşırı üremesine ekosistem modellerinde özel bir önem verilmiştir (Hense ve Beckmann, 2006).

Hidrodinamik modeller ile havza modellerini ve göl modellerini birleştiren 3 boyutlu modellerin kullanımı, daha iyi tahmin kapasitesi ve derinlemesine mekanizmanın anlaşılması açısından son zamanlarda popülerlik kazanmıştır (Lindim vd., 2015). Farklı ötrofikasyon kontrol yöntemlerinin (besin elementi yükünün azaltılması, biyomanipülasyon gibi) etkinliğinin modellerle öngörülerek ötrofikasyonun kontrolüne dikkat çekilmiştir (Gürkan vd., 2006; Jensen vd., 2006; Reid ve Crout, 2008; Yamashiki vd., 2010).

## Sonuç

Sonuç olarak, göl ötrofikasyonunun modellenmesi için kullanılan çok sayıda farklı model tipleri söz konusudur. Model tipi ve yapısının seçimi öncelikle, mevcut bilgi ve veriler ile modelleme amacına bağlıdır. Modeldeki değişkenin seçimi ve farklı göl koşullarında doğrulanması, göl ötrofikasyon dinamiklerinin başarılı bir şekilde tahmin edilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak konu ile ilgili uzmanların da belirttiği üzere, her bir göle özgü sorunlar nedeniyle modellerin iyileştirilmesi süreci devam etmektedir.

Sucul ekosistemlerde besin elementlerinden esas olarak azot ve fosfor ötrofikasyonu tetiklemekte, besin elementleri farklı noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan gelebileceğinden ötrofikasyonu azaltmak için kapsamlı stratejiler gerekmektedir. Bu bağlamda ötrofikasyon modelleri, olası senaryoları incelemek ve yerel yönetim stratejilerinin etkisini karşılaştırmak açısından büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde göl modelleme çalışmalarının ivme kazanmasıyla, göllerde tahmini-olası ötrofikasyon kontrolü eskisinden daha kolay hale gelerek ilgili devlet birimlerinin uygun restorasyon programları yapmalarına katkı sağlamıştır. Ülkemizde de ötrofikasyon odaklı modelleme sonuçlarına, göl ekosistemlerine yönelik politika belirleyici konumdaki kişi ve kurumlarca dikkate alınmalıdır.

## Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

## Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul belgesine gerek yoktur.

## Kaynaklar

- Ahlgren, I., Frisk, T., & Kamp-Nielsen, K. (1988). Empirical and theoretical models of phosphorus loading, retention and concentration vs. lake trophic state. *Hydrobiologia*, 170, 285-303. doi: 10.1007/BF00024910
- Altunkaynak, D., & Şen, Z. (2007). Fuzzy logic model of lake water level fluctuations in Lake Van, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 90, 227-233. doi:10.1007/s00704-006-0267-z
- Anagnostou, E., Gianni, A., & Zacharias, I. (2017). Ecological modeling and eutrophication-a review. *Natural Resource Modeling*, 30, 2130. doi.org/10.1111/nrm.12130
- Anonim (2013). Yedi Renkli Göle Yedi Renkli Hayat Projesi – 2013 ©WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye. 36 s.
- Antonopoulos, V., & Gianniou, S. K. (2003). Simulation of water temperature and dissolved oxygen distribution in Lake Vegoritis, Greece. *Ecological Modelling*, 160, 39-53. doi: 10.1016/S0304-3800(02)00286-7

- Arhonditsis, G.B., & Brett, M.T. (2005a). Eutrophication model for Lake Washington (USA). Part I. Model description and sensitivity analysis. *Ecological Modelling*, 187, 140–178. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.01.040
- Arhonditsis, G.B., & Brett, M.T. (2005b). Eutrophication model for Lake Washington (USA) Part II—Model calibration and system dynamics analysis. *Ecological Modelling*, 187, 179–200. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.01.039
- Bahadır, M., & Özdemir, M.A. (2011). Climate trend analysis of the level changes of Iznik Lake in Turkey. *Biological Life Science*, 2(3), 4–13. doi: 7827/TurkishStudies.2465
- Bergamino, N., A. Loiselle, S., Cózar, A., M. Dattilo, A., Bracchini, L., & Rossi, C. (2007). Examining the dynamics of phytoplankton biomass in Lake Tanganyika using Empirical Orthogonal Functions. *Ecological Modelling*, 204, 156–162. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.12.031
- Bhagowati, B., & Ahamad, K.U. (2019). A review on lake eutrophication dynamics and recent developments in lake modeling. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19, 155–166. doi: 10.1016/j.ecohyd.2018.03.002
- Brown, C., Hoyer, M., Bachmann, R., & Canfield, D. (2000). Nutrient-chlorophyll relationships: an evaluation of empirical nutrient-chlorophyll models using Florida and north-temperate lake data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57, 1574–1583. doi: 10.1139/f00-090
- Bruce, L.C., Hamilton, D., Imberger, J., Gal, G., Gophen, M., Zohary, T., & Hambright, K.D. (2006). A numerical simulation of the role of zooplankton in C, N and P cycling in Lake Kinneret, Israel. *Ecological Modelling*, 193, 412–436. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2005.09.008
- Bucak, T., Trolle, D., Tavşanoğlu, Ü. N., Çakıroğlu, A.İ., Özen, A., Jeppesen, E., & Beklioglu, M. (2018). Modeling the effects of climatic and land use changes on phytoplankton and water quality of the largest Turkish freshwater lake: Lake Beyşehir. *Science of the Total Environment*, 621, 802–816. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.258
- Carraro, E., Guyennon, N., Hamilton, D., Valsecchi, L., Manfredi, E.C., Viviano, G., Salerno, F., Tartari, G., & Copetti, D. (2012). Coupling high-resolution measurements to a threedimensional lake model to assess the spatial and temporal dynamics of the cyanobacterium *Planktothrix rubescens* in a medium-sized lake. *Hydrobiologia* 698, 77–95. doi: 10.1007/s10750-012-1096-y
- Chapra, S.C., & Reckhow, K. (1979). Expressing the phosphorus loading concept in probabilistic terms. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36, 225–229. doi: 10.1139/f79-034
- Chapra, S.C., & Canale, R.P. (1991). Long-term phenomenological model of phosphorus and oxygen for stratified lakes. *Water Resources*, 25, 707–715. doi:10.1016/0043-1354(91)90046-S
- Chung, E.G., Bombardelli, F.A., & Schladow, S.G. (2009). Modeling linkages between sediment resuspension and water quality in a shallow, eutrophic, wind-exposed lake. *Ecological Modelling*, 220, 1251–1265. doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.01.038
- Coppens, J., Trolle, D., Jeppesen, E., & Beklioglu, M. (2020). The impact of climate change on a Mediterranean shallow lake: insights based on catchment and lake modelling. *Regional Environmental Change*, 20, 62. doi: 10.1007/s10113-020-01641-6
- Deus, R., Brito, D., Kenov, I.A., Lima, M., Costa, V., Medeiros, A., Neves, R., & Alves, C.N. (2013). Three-dimensional model for analysis of spatial and temporal patterns of phytoplankton in Tucuruí reservoir, Pará, Brazil. *Ecological Modelling*, 253, 28–43. doi:10.1016/j.ecolmodel.2012.10.013
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1974a). The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes: phosphorus-chlorophyll relationship. *Limnology and Oceanography*, 19, 767–773. doi:10.4319/lo.1974.19.5.0767
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1974b). A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31, 1771–1778. doi:10.1139/f74-225
- Doğan, E., Kocamaz, U. E., Utkucu, M., & Yıldırım, E. (2016). Modelling daily water level fluctuations of Lake Van (Eastern Turkey) using Artificial Neural Networks. *Fundamental Applied Limnology*, 187 (3), 177–189. doi: 10.1127/fal/2015/0736
- Elliott, J.A., Perrson, I., Thackeray, S.J., & Blencker, T. (2007). Phytoplankton modelling of Lake Erken Sweden by linking the models PORBE and PROTECH. *Ecological Modelling*, 202, 421–426. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.11.004
- Elliott, J.A., & Defew, L. (2012). Modelling the response of phytoplankton in a shallow lake (Loch Leven, UK) to changes in lake retention time and water temperature. *Hydrobiologia*, 681, 105–116. doi: 10.1007/s10750-011-0930-y
- Elshorbagy, A., & Ormsbee, L. (2006). Object-oriented modeling approach to surface water quality management. *Environmental modeling & Software*, 21, 689–698. doi:10.1016/j.envsoft.2005.02.001
- Erdoğan, A. (2009). Modelling of expert knowledge in geographic information systems-based planning of the Tuz Lake Special Environmental Protection Area, Turkey. *Planning, Practice & Research*, 24 (4), 435–454. doi: 10.1080/02697450903327071

- Fetahi, T., & Mengistou, S. (2007). Trophic analysis of Lake Awassa (Ethiopia) using mass-balance Ecopath model. *Ecological Modelling*, 201(3-4), 398-408. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.10.010
- Fornarelli, R., Galelli, S., Castelletti, A., Antenucci, J.P., & Marti, C.L. (2013). An empirical modeling approach to predict and understand phytoplankton dynamics in a reservoir affected by interbasin water transfers. *Water Resources Research*, 49, 3626–3641. doi:10.1002/wrcr.20268
- Freeman, A.M., Lamon, E.C., & Stow, C.A. (2009). Nutrient criteria for lakes, ponds, and reservoirs: a bayesian TREED model approach. *Ecological Modelling*, 220, 630–639. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2008.12.009
- Ghorbani, M.A., Ravinesh, C. Deo., Karimi, V., Yaseen, Z. M., & Terzi, Ö. (2018). Implementation of a hybrid MLP-FFA model for water level prediction of Lake Egirdir, Turkey. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 32, 1683–1697. doi: 10.1007/s00477-017-1474-0
- Gürkan, Z., Zhang, J., & Jørgensen, S.E. (2006). Development of a structurally dynamic model for forecasting the effects of restoration of Lake Fure, Denmark. *Ecological Modelling*, 197, 89–102. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.03.006
- Hakanson, L. (2002). Modelling Radiocesium in Lakes and Coastal Areas— New Approaches for Ecosystem Modellers. 215 p. A Textbook with Internet Support. Kluwer, Academic Publishers.
- Hakanson, L., & Bryhn, A.C. (2008). A dynamic mass-balance model for phosphorus in lakes with a focus on criteria for applicability and boundary conditions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 187, 119–147. doi: 10.1007/s11270-007-9502-1
- Hense, I., & Beckmann, A. (2006). Towards a model of cyanobacteria life cycle—effects of growing and resting stages on bloom formation of N<sub>2</sub>-fixing species. *Ecological Modelling*, 195, 205–218. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2005.11.018
- Imboden, D.M. (1974). Phosphorus model of lake eutrophication: P model of lake eutrophication. *Limnology and Oceanography*, 19, 297–304. doi:10.4319/lo.1974.19.2.0297
- Imboden, D.M., & Gächter, R. (1978). A dynamic lake model for trophic state prediction. *Ecological Modelling*, 4, 77–98. doi:10.1016/0304-3800(78)90001-7
- Jensen, J.P., Pedersen, A.R., Jeppesen, E., & Søndergaard, M. (2006). An empirical model describing the seasonal dynamics of phosphorus in 16 shallow eutrophic lakes after external loading reduction. *Limnology and Oceanography*, 51, 791–800. doi: 10.4319/lo.2006.51.1\_part\_2.0791
- Karaaslan, Y., Ertürk, F., & Akkoyunlu, A. (2010). Implementation of Aquatox, Pamolare and Wasp Models to Mogan Lake. *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma* 28, 110-123
- Karafistan, A. (2013). Conceptual modelling of Lake Manyas, Turkey. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 37, 306 – 317. doi: 10.3906/muh-1212-10
- Karul, C., Soyupak, S., Çilesiz, A.F., Akbay, N., & Germen, E. (2000). Case studies on the use of neural networks in eutrophication modeling. *Ecological Modelling*, 134, (2-3), 145-152. doi: 10.1016/S0304-3800(00)00360-4
- Katip, A., İleri, S., Karaer, F., & Onur, S. (2015). Determination of the trophic state of Lake Ulubat (Bursa-Turkey). *Ekoloji* 24, 95, 1-9. doi: 10.5053/ekoloji.2015.06
- Kişi, Ö. (2009). Neural network and wavelet conjunction model for modelling monthly level fluctuations in Turkey. *Hydrological Processes*, 23, 2081–2092. doi:10.1002/hyp.7340
- Leon, L.F., Smith, R.E.H., Hipsey, M.R., Bocaniov, S.A., Higgins, S.N., Hecky, R.E., Antenucci, J.P., Imberger, J.A., & Guildford, S.J. (2011). Application of a 3D hydrodynamic-biological model for seasonal and spatial dynamics of water quality and phytoplankton in Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, 37, 41–53. doi:10.1016/j.jglr.2010.12.007
- Li-kun, Y., Sen, P., Xin-hua, Z., & Xia, L. (2017). Development of a two dimensional eutrophication model in an urban lake (China) and the application of uncertainty analysis. *Ecological Modelling*, 345, 63–74. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2016.11.014
- Lindim, C., Becker, A., Grüneberg, B., & Fischer, H. (2015). Modelling the effects of nutrient loads reduction and testing the N and P control paradigm in a German shallow lake. *Ecological Engineering*, 82, 415–427. doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.05.009
- Makarewicz, J.C., & Bertram, P. (1991). Evidence for the restoration of the Lake Erie ecosystem. *Bioscience* 41 (4), 216–223. doi: 10.2307/1311411
- Malmaeus, J.M., & Hakanson, L. (2003). A dynamic model to predict suspended particulate matter in lakes. *Ecological Modelling*, 167, 247–262. doi: 10.1016/S0304-3800(03)00166-2
- Malmaeus, J.M., Blenckner, T., Markensten, H., & Persson, I. (2006). Lake phosphorus dynamics and climate warming: A mechanistic model approach. *Ecological Modelling*, 190, 1-1-14. doi: 10.1016/S0304-3800(03)00297-7
- Mieleitner, J., & Reichert, P. (2006). Analysis of the transferability of a biogeochemical lake model to lakes of different trophic state. *Ecological Modelling*, 194, 49–61. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.10.039

- Misra, A.K. (2007). Mathematical modeling and analysis of eutrophication of water bodies caused by nutrients. *Nonlinear Analysis Modelling and Control*, 12 (4), 511–524. doi: 10.1016/j.nonrwa.2005.09.002
- Mulderij, G., Mau, B., van Donk, E., & Gross, M.E. (2007). Allelopathic activity of *Stratiotes aloides* on phytoplankton—towards identification of allelopathic substances. *Hydrobiologia* 584, 89–100. doi:10.1007/s10750-007-0602-0
- Muhammetoğlu, A., & Soyupak, S. (2000). A three-dimensional water quality-macrophyte interaction model for shallow lakes. *Ecological Modelling*, 133 (2-3), 161–180. doi: 10.1016/S0304-3800(00)00297-0
- Muraoka, K., & Fukushima, T. (1986). On the box model for prediction of water quality in eutrophic lakes. *Ecological Modelling*, 31, 221–236. doi:10.1016/0304-3800(86)90065-7
- Nürnberg, G.K. (1984). The prediction of internal phosphorus load in lakes with anoxic hypolimnia. *Limnology and Oceanography*, 29, 111–124. doi: 10.4319/lo.1984.29.1.0111
- Nürnberg, G.K., & LaZerte, B.D. (2004). Modeling the effect of development on internal phosphorus load in nutrient-poor lakes. *Water Resources Research*, 40, W01105. doi:10.1029/2003WR002410
- Ofir, E., Heymans, J.J., Shapiro, J., Goren, M., Spanier, E., & Gal, G. (2017). Predicting the impact of Lake Biomanipulation based on food-web modeling—Lake Kinneret as a case study. *Ecological Modelling*, 348, 14–24. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2016.12.019
- Onderka, M. (2007). Correlations between several environmental factors affecting the bloom events of cyanobacteria in Liptovska Mara reservoir (Slovakia)—a simple regression model. *Ecological Modelling*, 209, 412–416. doi:10.1016/j.ecolmodel.2007.07.028
- Pers, B. (2005). Modeling the response of eutrophication control measures in a Swedish lake. *Ambio* 34, 552–558. doi:10.1639/0044-7447(2005)034[0552:MTROEC]2.0.CO;2
- Pulatsü, S., & Aydın, F. (1997). Water quality and phosphorus budget of Mogan Lake, Turkey. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*. 25(3), 128–134. doi: 10.1002/AHEH.19970250303
- Reckhow, K. (1993). A random coefficient model for chlorophyll nutrient relationships in lakes. *Ecological Modelling*, 70, 35–50. doi:10.1016/0304-3800(93)90071-Y
- Reid, T., & Crout, N. (2008). A thermodynamic model of freshwater Antarctic lake ice. *Ecological Modelling*, 210, 231–241. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2007.07.029
- Rucinski, D.K., DePinto, J.V., Beletsky, D., & Scavia, D. (2016). Modeling hypoxia in the central basin of Lake Erie under potential phosphorus load reduction scenarios. *Journal of Great Lakes Research*, 42 (6), 1206–1211. doi: 10.1016/j.jglr.2016.07.001
- Salerno, F., Viviano, G., Carraro, E., Manfredi, E.C., Lami, A., Musazzi, S., Marchetto, A., Guyennon, N., Tartari, G., & Copetti, D. (2014). Total phosphorus reference condition for subalpine lakes: a comparison among traditional methods and a new process-based watershed approach. *Journal of Environmental Management*, 145, 94–105. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.06.011
- Shukla, J.B., Misra, A.K., & Chandra, P. (2008). Mathematical modelling and analysis of the depletion of dissolved oxygen in eutrophied water bodies affected by organic pollutants. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 9, 1851–1865. doi: 10.1016/j.nonrwa.2007.05.016
- Şanal, M., Köse, B., Coşkun, T., & Demir, N. (2015). Mogan Gölü'nde sucul makrofitlere göre ekolojik kalitenin tahmini. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5, 51–55.
- Şen, Z., Kadioglu, M., & Batur, E. (2000). Stochastic modeling of the Van Lake monthly level fluctuations in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 65, 99–110. doi: 10.1007/s007040050007
- Thapanand, T., Moreau, J., Jutagate, T., Wongrat, P., Leckhonlayut, T., Meksumpun, C., Rodloi, A., Dulyapruk, V., & Wongrat, L. (2007). Towards possible fishery management strategies in a newly impounded man-made lake in Thailand. *Ecological Modelling*, 204 (1-2), 143–155. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.12.041
- Vanhuët, H. (1992). Phosphorus eutrophication in the SW Frisian lake district. 1. Monitoring and assessment of a dynamic mass balance model. *Hydrobiologia*, 233, 259–270. doi:10.1007/BF00016114
- Villanueva, M.C.S., Isumbisho, M., Kaningini, B., Moreau, J., & Micha, J.C. (2008). Modelling trophic interactions in Lake Kivu. What roles do exotics play? *Ecological Modelling*, 212, 422–438. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2007.10.047
- Vinçon-Leite, B., & Casenave, C. (2019). Modelling eutrophication in lake ecosystems: A review. *Science of the Total Environment*, 651, 2085–3001. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.320
- Wu, Z., Liu, Y., Liang, Z., Wu, S., & Guo, H. (2017). Internal cycling, not external loading, decides the nutrient limitation in eutrophic lake: a dynamic model with temporal Bayesian hierarchical inference. *Water Resources*, 116, 231–240. doi:10.1016/j.watres.2017.03.039
- Xu, Y., Schroth, A.W., Isles, P.D.F., & Rizzo, D.M. (2015). Quantile regression improves models of lake eutrophication with implications for ecosystem-specific management. *Freshwater Biology*, 60, 1841–1853. doi:10.1111/fwb.12615

- Yamashiki, Y., Kato, M., Takara, K., Nakakita, E., Kumagai, M., & Jiao, C. (2010). Sensitivity analysis on Lake Biwa under the A1B SRES climate change scenario using Biwa-3D Integrated Assessment Model. Part I. Projection of lake temperature. *Hydrological Research Letters*, 4, 45–49. doi: 10.3178/HRL.4.45
- Zhang, J., Jørgensen, S.E., Tan, C.O., & Beklioglu, M. (2003). Hysteresis in vegetation shift—Lake Mogan Prognoses. *Ecological Modelling*, 164, 227–238. doi: 10.1016/S0304-3800(03)00050-4
- Zhang, H., Culver, D.A., & Boegman, L. (2008). A two-dimensional ecological model of Lake Erie: application to estimate dreissenid impacts on large lake plankton population. *Ecological Modelling*, 214, 219–240. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2008.02.005
- Zhao, J., Ramin, M., Cheng, V., & Arhonditsis, G.B. (2008). Plankton community patterns across a trophic gradient: the role of zooplankton functional groups. *Ecological Modelling*, 213, 417–436. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2008.01.016



# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

Journal Home-Page: <http://jmsf.dergi.comu.edu.tr> Online Submission: <http://dergipark.org.tr/jmsf>



## SHORT COMMUNICATION

### Occurrence of a Shoal of Bull Ray *Aetomylaeus bovinus* (Myliobatidae) Around a Sea-Cage Farm in İskenderun Bay (Türkiye, NE Mediterranean Sea)

Okan Akyol<sup>1\*</sup>, Halil Şen<sup>2</sup>, Christian Capapé<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ege University Faculty of Fisheries 35440 Urla, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ege University Faculty of Fisheries 35440 Urla, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup>Laboratoire d'Ichtyologie, Université de Montpellier, case 104, 34095 Montpellier, France

<https://orcid.org/0000-0001-7738-2156>

<https://orcid.org/0000-0003-0878-3583>

<https://orcid.org/0000-0002-6630-2728>

Received: 07.10.22 / Accepted: 16.11.2022 / Published online: 29.12.2022

#### Key words:

Chondrichthyes  
Aggregation  
Fish farms  
Ontogenetic shift  
Reproductive process  
Management

**Abstract:** In this study, a shoal of bull rays, *Aetomylaeus bovinus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), around a sea-cage fish farm in İskenderun Bay, Turkey is reported. Such an aggregation is probably due to ontogenetic shift but may also be a factor of reproductive process as some pregnant females were observed. The number of individuals recorded, in all more than 25, shows that the species is still present in the area but needs a conservation plan due to its *k*-selected life-histories and potential for extinction.

#### Anahtar kelimeler:

Kıkırdaklı balıklar  
Toplanma  
Balık çiftlikleri  
Ontogenetik değişim  
Üreme süreci  
Yönetim

#### İskenderun Körfezi'nde (Türkiye, Kuzey-Doğu Akdeniz) Balık Çiftliği Etrafında *Aetomylaeus bovinus* (Myliobatidae) Sürüsünün Varlığı

**Öz:** Bu makalede Türkiye sularında İskenderun Körfezi'nden bir balık çiftliği çevresinde *Aetomylaeus bovinus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) sürüsü rapor edilmektedir. Bu tür bir toplanma muhtemelen ontogenetik yer değiştirmeden kaynaklanmaktadır; ancak aynı zamanda bu sürüde bazı hamile dişilerin ortaya çıkması nedeniyle üreme sürecinden de kaynaklanmaktadır. 25'ten fazla kaydedilen örnek sayısı, türün bölgede hala mevcut olduğunu, ancak *k*-seçilmiş yaşam öyküleri nedeniyle olası bir yok oluştan korunmak için bir yönetim planına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

## Introduction

The bull ray, *Aetomylaeus bovinus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) is a benthopelagic species known in tropical and warm temperate waters of the eastern Atlantic, off Portugal, and south the Straits of Gibraltar from Morocco, continuously to the coast of South Africa, including Madeira and Canary Islands (Wintner, 2006).

*Aetomylaeus bovinus* is present in the Mediterranean Sea, but the species is more often caught from southern areas such as the Maghreb shore (Capapé, 1989) and the Egyptian coast (El Sayed et al., 2017). Eastward, the species is recorded from the northern Adriatic (Dulčić et al., 2008) and the eastern Ionian Sea (Zogaris and Dussling, 2010). Additionally, *A. bovinus* is recorded in the Levant Basin (Golani, 1996; Ali, 2018; Bariche and Fricke, 2020).

Akyol et al. (2017) listed a large distribution in different areas of the Turkish waters, considering that *A. bovinus* is not uncommon in the region. This opinion was further supported by the fact that in early May 2022, two specimens have been sighted at a depth of 3 m; a sign of aggregation at >24 °C sea surface temperature (SST).

## Material and Methods

Soon after observing 2 individuals, on 1 June 2022, at least 25 specimens of *A. bovinus* were observed and photographed around a sea-cage fish farm rearing European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) and gilthead seabream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). The fish farm was located off Arsuz coast, İskenderun Bay, 36°35.28 N and 36°07.24 E, at a depth of 50 m (Figure 1). Some of the observed specimens were tailless. All specimens were carefully examined and identified as

\*Corresponding author: [okan.akyol@ege.edu.tr](mailto:okan.akyol@ege.edu.tr)

*A. bovinus* via combination of main morphological characters, following Capapé and Quignard (1975) and Mc Eachran and Capapé (1984) as follows: pectoral fins large and strongly falcate discontinued under eye, lobe under

snout quite separate, snout pointed, dorsal fin beginning behind tips of pelvic fins, colour greyish to greenish (Figure 2).



**Figure 1.** Map indicating the sampling site (red dot) in the NE Mediterranean Sea



**Figure 2.** A large number of bull rays ( $n: >25$ ), *Aetomylaeus bovinus* individuals swimming around the sea-cages (June 2022) in the NE Mediterranean Sea (photographed by C. Kurt)

## Results and Discussion

To get more details about this shoal, we interviewed the diver, a member of the fish farm staff, who spotted the fish. SST was 24 °C. Bull rays aggregated around the diver during a dive for the removal of the dead fish at the bottom of the sea-cage. Bull rays were feeding on dead fish and they displayed no interest in pellet feed. The fish rubbed against each other on the surface and flapped their pectoral fins for 15-20 minutes. When disturbed by moving boats, the fish preferred to dive deeper into the water column (C. Kurt, pers. comm.). No attack on the cage nets has been observed. However, five specimens entered the cages accidentally during routine net change operation. The tips of the pectoral fins were injured as the fish rubbed against the nets in order to get out of the cage. Unfortunately, all of the rays died within three days of accidental entrance. Three specimens were pregnant, one pup was outside and the others were in the womb (C. Kurt, pers. comm.).

Barash et al. (2018) reported that fish cages are a steady source of food, and therefore, attract sharks; the sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827), or probably other shark species have been regularly observed in the vicinity of fish farms. Similar aggregation patterns consisting of 32 individuals in the northern Adriatic (Dulcic et al., 2008) and 12 individuals in the eastern Ionian Sea (Zogaris and Dussling, 2010), due most likely to the fish farming operations have been reported. Golani et al. (2006) emphasized that eagle rays are harmful to shellfish beds and they often cause damage in clam and oyster farms. El Kamel et al. (2009, 2010) reported the captures of juvenile and adult *A. bovinus* in the Lagoon of Bizerte, northern Tunisia, due to the abundance of mussels, oysters and gastropods (Zaouali, 1979), that are preferential preys of *A. bovinus* (Capapé, 1977). Therefore, it can be concluded that mariculture operations attract chondrichthyans.

It was interesting to note that recently, some pregnant females of *A. bovinus* were observed in the Lagoon of Bizerte, due possibly to find the best environmental conditions to lay their brood (Rafrafi-Nouira, pers comm., 2022). Therefore, the occurrence of pregnant females among the present shoal of *A. bovinus* suggests that this aggregation is not only due to ontogenetic shifts but also linked to the reproductive process of the species, seeking out nursery areas.

Additionally, all observations carried out for *A. bovinus* showed that the species despite its *k*-selected life-histories (*sensu* Mc Auley et al., 2007), has not totally disappeared from the region where it finds food and suitable environmental parameters to live and reproduce, confirming the previous opinion of Akyol et al. (2017). It is well known that *A. bovinus* displays an economical interest and such pattern explains why specimens are still found in Mediterranean fish markets (El Kamel, 2010). Therefore, as it is the case for other threatened elasmobranch species, a management plan should be delineated in local fisheries, together with the contribution of local fishermen. The latter need to be informed about

the important role they are able to play to preserve bull rays from possible extinction in areas where they aggregate.

## Acknowledgements

The authors wish to thank Mr Cumali Kurt for his courtesy during interviews, and the use of his photographs allowing us to enlarge and improve the scientific quality of the present article.

## Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflict of interest.

## Author Contributions

O. Akyol; Writing - original draft, visualization, writing – review & editing. H. Şen; Investigation, interview, C. Capapé; Conceptualization, methodology, writing - original draft, writing - review & editing.

## Ethics Approval

Local Ethics Committee Approval was not obtained because experimental animals were not used in this study.

## References

- Akyol, O., Aydın, I., El Kamel-Moutalibi, O. & Capapé, C. (2017). Bull ray, *Aetomylaeus bovinus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) Myliobatidae) in the Mediterranean Sea and captures of juveniles from Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 33(6): 1200-1203.
- Ali, M. (2018). An updated checklist of the marine fishes from Syria with emphasis on alien species. *Mediterranean Marine Science*, 19: 388-393.
- Barash, A., Pickholtz, R., Nativ, H., Malamud S., Scheinin, A. & Tchernov, D. (2018). Seasonal arrival and feeding of injured sharks at fish farms in the Eastern Mediterranean. *Journal of the Black Sea /Mediterranean Environment*, 24(1): 86-90.
- Bariche, M. & Fricke, R. (2020). The marine ichthyofauna of Lebanon: an annotated checklist, history, biogeography, and conservation status. *Zootaxa*, 4775(1): 1-157.
- Capapé, C. (1977). Etude du régime alimentaire de la Mourine vachette, *Pteromylaeus bovinus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), (Pisces, Myliobatidæ) des côtes tunisiennes. *Journal du Conseil pour l'Exploration de la Mer*, 37(3): 214-220.
- Capapé, C. (1989). Les Sélaciens des côtes méditerranéennes: aspects généraux de leur écologie et exemples de peuplements. *Océanis*, 15: 309-331.
- Capapé, C. & Quignard, J.P. (1975). Contribution à la systématique et à la biologie de *Pteromylaeus bovinus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), (Pisces, Myliobatidæ)

- des côtes tunisiennes. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, 3ème série, n° 338, Zoologie*, 240: 1329-1347.
- Dulcic, J., Lipej L., Orlando-Bonaca M., Jenkos R., Grebc B., Guélorget O. & Capapé C. (2008). The Bull Ray, *Pteromylaeus bovinus* (Myliobatidae), in the northern Adriatic. *Cybiurn*, 32(2): 119-123.
- El Kamel, O., Mnasri, N., Ben Souissi, J., Boumaïza, M., Ben Amor, M.M. & Capapé, C. (2009). Inventory of elasmobranch species caught in the Lagoon of Bizerte (north-eastern Tunisia, central Mediterranean). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4): 383-412.
- El Kamel, O., Mnasri, N., Boumaïza, M., Ben Amor, M.M., Reynaud, C. & Capapé, C. (2010). Additional records of the bull ray *Pteromylaeus bovinus* (Chondrichthyes: Myliobatidae), in the Lagoon of Bizerte (northern Tunisia, central Mediterranean). *Annales, Series Historia Naturalis*, 20(2): 169-174.
- El Sayed, H., Akel K. & Karachle, P. (2017). The Marine Ichthyofauna of Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 21(3): 81-116.
- Golani, D. (1996). The marine ichthyofauna of the eastern Levant – history, inventory and characterization. *Israel Journal of Zoology*, 42: 15-55.
- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006). Fishes of the eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, Publication no. 24, Istanbul, 259 pp.
- Mc Auley, R.B., Simpfendorfer, C.A., Hyndes, G.A. & Lenanton, R.C.J. (2007). Distribution and reproductive biology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo), in Western Australian waters. *Marine and Freshwater Research*, 58: 116-126.
- Mc Eachran, J.D. & Capapé, C. (1984). Myliobatidae. p. 205-207. In P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (eds.). *Fishes of the North Eastern Atlantic and the Mediterranean*. Volume 1. UNESCO, Paris.
- Wintner, S.P. (2006). *Pteromylaeus bovinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T60127A12309591.
- Zaouali, J. (1979). Étude écologique du lac de Bizerte. *Bulletin de l'Office national des Pêches de Tunisie*, 3(2): 107-142.
- Zogaris, S. & Dussling U. (2010). On the occurrence of the Bull Ray *Pteromylaeus bovinus* (Chondrichthyes: Myliobatidae) in the Amvrakikos Gulf, Greece. *Mediterranean Marine Science*, 11(1): 177-185.

## Instruction for Authors

COMU Journal of Marine Science and Fisheries (COMU J Mar Sci Fish) covers the research on all aspects of Marine Science and Fisheries presented as original articles, reviews, short communications, case study, reports and letters to Editor. COMU Journal of Marine Science and Fisheries is published two times (July and December) (e-ISSN: 2651-5326) in a year, operates [double-blind peer-review process](#), and therefore the authors should remove their name and any acknowledgment from the manuscript before submission. The author names, corresponding author's name, affiliations, address, phone number, e-mail address and ORCID numbers should be given on the title page only. COMU Journal of Marine Science and Fisheries is an [Open Access journal](#), which means that all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author. This is in accordance with the [Budapest Open Access Initiative \(BOAI\)](#) definition of Open Access. Original articles and reviews are limited to 25 pages, including tables, figures, and references. Short communications, technic note, reports and case studies are limited to 10 pages including tables, figures and references. Letters to Editor are limited to 3 pages. Letters to the Editor are limited to 3 pages, including tables and explanations.

### Article Submission

- 1) Articles should be written in Turkish or English. Turkish translation of the title, keywords and abstract of the manuscript for foreign authors will be provided by our journal office.
- 2) All manuscript for COMU Journal of Marine Science and Fisheries should be submitted electronically through the website of the journal which can be accessed at <https://dergipark.org.tr/pub/jmsf>.
- 3) The manuscripts should not be previously published or accepted for publication and should not be submitted or under simultaneous consideration for publication elsewhere.
- 4) The editorial board has the right to perform necessary modifications and a reduction in the manuscript submitted for publication and to express recommendations to the authors. The manuscripts sent to authors for correction should be returned to the editorial office within a month. After pre-evaluation and agreement of the submitted manuscripts by the editorial board, the article can only be published after the approval of the field editor and referees specialized in the particular field.
- 5) All responsibilities from published articles merely belong to the authors. According to the ethical policy of our journal, plagiarism/self-plagiarism will not be tolerated. All papers are detected for their originality using plagiarism check software (iThenticate software <http://www.ithenticate.com>). Manuscripts with a similarity index of 30% or less will be accepted for further reviewing. Manuscripts with higher similarity than 30% are examined in detail and, if necessary, sent back to authors for review and correction. Manuscripts are rejected when plagiarism is detected.
- 6) Authors must indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the material and methods section. If necessary, the editorial board may also request the official document of the ethical commission report. If an ethical problem is detected (not reporting project information, lack of ethical committee information, conflict of interest, etc.), the editorial board may reject the manuscript at any stage of the evaluation process.
- 7) Authors should take into account the issues listed in the “[Ethical Principles and Publication Policy](#)” section regarding scientific research and authors.
- 8) The journal does not charge any article submission, article-editorial processing or publication charges (page or color charges). There is no copyright fee for the authors.

### Preparation of the Manuscript

The manuscript should be prepared in MS Word format (.doc veya .docx) by using Times New Roman font (12 pt) and double-spaced, 2.5 cm margins of all edges. The Latin expression such as species names of bacterium, virus, parasite and fungus and anatomical terms must be written in italic character keeping their original forms. Original drawings, figures, images etc. must be submitted with the original manuscript. *Original manuscript (short communication, technical note) should be arranged as* Title page, Abstract, Key words, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Acknowledgements, Conflict of Interest, Author Contributions, Ethics Approval and References. *Reviews should be arranged as* Title page, Abstract, Key words, Introduction, Discussion, Acknowledgements, Conflict of Interest, Author

Contributions and References. Line and page numbers should be given from the first page (abstract) of the manuscript. Abbreviations must follow International rules and defined at their first mention in the text. The symbols should be selected in accordance with the international usage and defined where it is first used. The entire article (including text, references, figures and tables) should be given in a single file. Figures and tables should be inside the manuscript placed properly).

### Title Page

*Title:* Must be short and informative and full title should be capitalized for first letter of each word.

*Authors:* Names and surnames of the authors will be written in capitalized letter for the first letter of each word and the address of the author(s) should be linked by superscript numbers, and listed beneath the title. Corresponding author must be indicated (\*) in the author names and must be added address, phone number, and e-mail address. ORCID numbers of all authors should be given on the article.

### Subheadings

Level 1: Centered, bold, initials capitalized rest small (Article Title),

Level 2: Left justified, bold, initials capital, rest small (Introduction, Materials and Methods etc.),

Level 3: A tab inside, bold, only the first letter of the title is capitalized, the rest is small, with a dot at the end,

Level 4: A tab inside, bold, italic. only the first letter of the title is capitalized, the rest is small, with a dot at the end.

### Abstract

Briefly give the objectives, methods, results and conclusions and it should not exceed 300 words.

### Key words

Authors must give up to 6 key words which identify the subject covered by the paper. All keywords should be written using a comma after all.

### Introduction

Should indicate the subject of the article which is generally based on a brief interpretation of the related literature. The novelty and the aim of the study should be clearly stated. The introduction should be general enough to attract a reader's attention from a broad range of scientific disciplines.

### Material and Methods

This part contains a brief and clear description of the materials and methods used. Subtitles can be given as appropriate. Detailed descriptions of materials or participants, comparisons, interventions and types of analysis should be mentioned. For experimental studies carried on animals, the authors should mention whether the institutional and national guide for care and use of laboratory animals was respected and also indicate the approval of the local Ethical Committee in this part of the manuscript. Statistical analysis etc should be explained briefly as a subtitle in this section.

### Results and Discussion (separate or together)

The data and results of the research (tables and figures) must be clearly and concisely defined and a comparison with related literature citations should be made as appropriate. Significant findings can be briefly summarized as a conclusion in the last paragraph. Detailed interpretation of data should not be included in the results but should be put into the discussion section.

### Tables and Figures

Table and Figure titles should be short and informative. Descriptive titles should be given at the top of the tables and at the bottom of the figures. Figures and tables should be inside the manuscript placed properly (not at the end of manuscript).

Legends of illustrations should be listed after the list of references labelled “Figure 1, Figure 2...” unless there is only one figure, in that case the caption should be labelled as “Figure”. In addition, figures will be requested from the authors when necessary after the referee reviews are completed. Files should be saved as TIFF or JPEG at least 300 dpi resolution. Tables should be given at the end of the manuscript with a caption or legend (e.g. Table 1, Table 1.), in case there is only one Table, it should be labelled as “Table”. Tables should be prepared by using Table tool in Word format.

### Acknowledgements

Supporting institutions or individuals, project numbers, thesis work etc are briefly acknowledged just before the references. (if any)

### Conflict of Interest

The authors should declare whether there is a conflict of interest. For examples;

- The author declares no conflict of interest.
- The authors declare that there are no conflicts of interest.
- The authors have no affiliations with or involvement in any organization or entity with any financial interest, or non-financial interest in the subject matter or materials discussed in this manuscript.
- John Smith declares that he has no conflict of interest. Paula Taylor has received research grants from Drug Company A. Mike Schultz has received a speaker honorarium from Drug Company B and owns stock in Drug Company C.

### Author Contributions

Author contributions should be stated in the manuscript. Author contributions should be included in the manuscript by the authors after the referee evaluation process of the article is completed and accepted by the editor.

For examples;

- D. Nak, E. Kuruoglu and Y. Nak, planned and designed the research. Z. M. Ekici, D. Koca, T. Avçılar, M. E. Sahın and A. H. Shahzad provided help in the clinic process. M. O. Ozyığıt and Z. Avcı Kupelı made histopathological examinations. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.
- D. Çayan and E. Unur conceived the ideas of the study and writing manuscript; D. Çayan, M. Nisari, D. Patat and E. Dağlı performed data collection and analysis; H. Akalın performed gene expression stages.

### Ethics Approval

Animal and human experiments conducted in the manuscript research should comply with the ARRIVE guidelines, EU Directive 2010/63/EU and National Ethics Committee for Animal Experiments (HADMEK, HADYEK). If the submitted article involves the use of animal (vertebrate) and human subjects, authors should prove that they have carried out the manuscript studies in accordance with the relevant laws and regulations and they have received the approval of the authorized institutional committees (the ethics committee name and number). If the study did not require ethics approval, this should also be detailed in the manuscript. An explanation should be added to the article with the title of "Ethics Approval" after the Author Contributions section.

### References

All references should be provided in accordance with [APA 6 style](#). The usage of reference managers such as Endnote can be used to organize the references. [APA 6th output format](#) should be used in writing the references.

- The in-text citation to the references should be formatted as surname(s) of the author(s) and the year of publication: (Bingel, 1981) or (Uysal ve Avşar, 1994).
- For citations with more than two authors, only the first author's name should be given, followed by "et al." and the date. (Gücü et al., 2016).
- If the cited reference is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses, i.e., Erkoyuncu (1983), Pauly et al. (1978).
- When its needed to cite two or more references together, in-text citations should be arranged alphabetically in the order in which they appear in the reference list, i.e. (Bingel, 1978; Gulland, 1987; Holden ve Raitt, 1974) or (Kocataş, 1978, 1979, 1981) or (Avşar ve Bingel, 1988a, 1988b).
- All citations should be listed in the reference list. References should be listed alphabetically ordered by the author's surname, or first author's surname if there is more than one author at the end of the text.
- DOI number (if available) should be added at the end of the reference. A dot should not be placed after the DOI information.
- In the web references can be reached online only, the web address (full URL) and connection date should be added at the end of the reference information.
- References should have the order of surnames and initial letters of the authors, (the year of publication). Title of the article, title of the journal, volume (issue number), page numbers and doi: xxxxxx. The article title should only start with the first letter capital in the first word, lower case if the rest is not a special name. The journal title should be italic and spelled out fully, and each word should start with a capital letter (*Fisheries Research, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*). Volume should be written in italics e.g. *volume* (issue number).
- *The citation of journals, books, book chapters and articles published online should conform to the following examples:*

### Journal article

- Baran, B. (2010). Scaphopod species (Mollusca) of the Turkish Levantine and Aegean seas. *Turkish Journal of Zoology*, 38(2), 190-209. doi:10.3906/zoo-0902-12
- Ak, İ., & Türker, G. (2018). Antioxidant properties and phytochemicals of three brown macro algae from the Dardanelles (Çanakkale) strait. *Agricultural Science and Technology*, 10(4), 354- 357. doi: 10.15547/ast.2018.04.065
- Jonsdottir, R., Sveinsdottir, K., Magnússon, H., Arason, S., Lauritzen, K., & Thorarindottir, K. A. (2011). Flavor and quality characteristics of salted and desalted cod (*Gadus morhua*) produced by different salting methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(8), 3893-3904. doi: 10.1021/jf104203p

### Book

- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation techniques (3rd ed)* (387 p. CRC Press, Inc. ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Parsons, T.R., Matia, Y., & Lalli, C.M. (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. New York: Pergamon Press.
- Özdamar, K. (1997). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi I*. Eskişehir: Kaan Yayın evi.

### Book chapter

- Sikorski, Z. E., & Ruitter, A. (1995). Changes in proteins and nonprotein nitrogen compounds in cured, fermented, and dried seafoods. In Z. E. Sikorski, B. S. Pan & F. Shahidi (Eds.), *Seafood Proteins* (pp. 113-126): Springer.

### Proceedings

- Soutos, N., Lossifidou, E., Lazou, T. & Sergedilis, D. (2010). Prevalence and antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from RTE seafoods in Thessaloniki (Northern Greece). In Ş. Çaklı, U. Çelik, C. Altınelataman (Eds.), *West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010* (pp. 94-98). İzmir, Turkey: Bildiriler Kitabı.
- Werlinger, C., Mansilla, A., Villaruel, A., & Palacios, M. (2009). Effects of photon flux density and agricultural fertilizers on the development of *Sarcothalia crispata* tetraspores (Rhodophyta, Gigartinales) from the Strait of Magellan, Chile. In M. A. Borowitzka, A. T. Critchley, S. Kraan, A. Peters, K. Sjøtun & M. Notoya (Eds.), *Nineteenth International Seaweed Symposium: Proceedings of the 19th International Seaweed Symposium, held in Kobe, Japan, 26-31 March, 2007*. (pp. 307- 315). Dordrecht: Springer Netherlands.

### Thesis

- Lauritzen, K. (2004). Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influenced by raw material and salt composition. (PhD Dissertation), University of Tromsø, Tromsø, Norway.

### Electronic (web) resources

- Andrews, T. (2010). *What vitamins are found in fish?* Access date: 27.11.2012, <http://www.livestrong.com/article/292999-what-vitamins-are-found-in-fish>
- FAO (2018). *FAO Yearbook of Fishery Statistics/Global Production Statistics 1950-2015*. Access date: 24 January 2018, <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/query/en/>

### Proofs

One set of proofs will be sent to the corresponding author as given on the title page of the manuscript. Only typesetter's errors may be corrected; no changes in, or additions to, the edited manuscript will be allowed. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete.

### Copyright Notice

Upon submission of a manuscript to COMU-JMSF, a copyright release form should be completed as part of the submission process. Copyright release form can be accessed through <https://dergipark.org.tr/en/journal/2332/file/>. Authors who submit articles should download, sign and scan the form and submit it via the system. Manuscripts of authors who do not submit copyright release form along with the manuscript will not be accepted for further reviewing. By completing copyright release form, all authors affirm that the manuscript has not been submitted for publishing to elsewhere. When the manuscript is accepted COMU-JMSF holds the exclusive right to publish and reproduce the article in any form.

