

# 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:6 Issue:1

July 2023

# 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 AYZ  
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

## Yazım Editörü (Copyeditor)

Doç. Dr. İsmail Burak DABAN  
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 yayınlanır.

### 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/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. İlknur AK**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Doç. Dr. Mihail KECHEV**  
University of Agribusiness and Rural Development, Plovdiv, Bulgaria

**Prof. Dr. Rey Y. CAPANGPANGAN**  
Mindanao State University at Naawan (Msun)

**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. 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. Fernand F. FAGUTAO**  
Mindanao State University at Naawan (Msun)

**Prof. Dr. Ahmet ÖZER**  
Sinop University, Sinop, Türkiye

**Prof. Dr. Nilsun DEMİR**  
Ankara University, Ankara, Türkiye

**Dr. Dan M. ARRİESGADO**  
Mindanao State University at Naawan (Msun)

**Prof. Dr. Vladimir PEŠIĆ**  
University of Montenegro, Montenegro

**Prof. Dr. Deniz ERGÜDEN**  
İskenderun University, Hatay, Türkiye

**Doç. Dr. Göknur 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

**Prof. Dr. Fatma ÇOLAKOĞLU**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Murat YİĞİT**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

**Prof. Dr. Sebahattin ERGÜN**  
Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

RESEARCH ARTICLES	Pages
<b>Is Trawl Fishery on the Verge of Collapse in Foça, Türkiye, Eastern Mediterranean?</b> Foça'da (Doğu Akdeniz, Türkiye) Trol Balıkçılığı Çöküşün Eşiğinde mi? <b>Vahdet Ünal*, Fikret Öndes</b>	1-14
<b>The Current Status of Fisheries Production in Van, Türkiye</b> Van İlinde Su Ürünleri Üretiminin Mevcut Durumu <b>Muhammet Demir</b>	15-23
<b>Population Dynamics of Seabreams (<i>Pagrus caeruleostictus</i>, <i>Pagellus bellottii</i>, <i>Dentex angolensis</i> and <i>Dentex congoensis</i>) from the Coast of Ghana, West Africa</b> Batı Afrika, Gana Kıyılarında Mercan Balıklarının ( <i>Pagrus caeruleostictus</i> , <i>Pagellus bellottii</i> , <i>Dentex angolensis</i> ve <i>Dentex congoensis</i> ) Popülasyon Dinamikleri <b>Samuel K.K. Amponsah*, Berchie Asiedu, Nii Commey Amarquaye, Emmanuel Ofori-Boateng, Nana Ama B. Afranewaa, Samuel Henneh</b>	24-32
<b>Seasonal Changes in Proximate and Bioactive Compounds of Brown and Red Seaweeds from İskenderun Bay, the North-Eastern Mediterranean Sea</b> İskenderun Körfezi'ndeki (Kuzeydoğu Akdeniz) Kahverengi ve Kırmızı Makroalglerin Temel Besin Maddesi ve Biyoaktif Bileşiklerindeki Mevsimsel Değişimler <b>İbrahim Gür, Sevim Polat*</b>	33-43
<b>Investigation of Antibacterial Effects of Different Plant Extracts and Essential Oils on Bacteria Isolated from Lakerda Products</b> Farklı Bitki Ekstrakt ve Esansiyel Yağların Lakerda Örneklerinden İzole Edilen Bakteriler Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması <b>Dilek Kahraman Yılmaz, Nermin Berik*</b>	44-55
<b>A Checklist of Marine Ornamental Molluscs of India: A Case Study from Dwarka and Bet-Dwarka, Gujarat</b> Hindistan'ın Deniz Süs Kabuklarının Bir Kontrol Listesi: Dwarka ve Bet-Dwarka, Gujarat'dan Bir Vaka Çalışması <b>Mayurda Gadhavi*, Zahra Makda, Dudhagara Darshita, Shiyani Jenisha, Shabanam Saiyad</b>	56-69
<b>REVIEW</b>	
<b>The Present Situation of the Fisheries Sector in Iraq: A Critical Review</b> Irak'ta Balıkçılık Sektörünün Günümüzdeki Durumu: Eleştirel Bir Derleme <b>Muzaffer Mustafa Harhoğlu*, Shokri Omar Mustafa, Zahra Batool</b>	70-75
<b>Stabilization of Frozen Stored Fish Mince</b> Dondurarak Depolanan Balık Kıymasının Stabilizasyonu <b>Şebnem Tolasa Yılmaz</b>	76-82
<b>Lessepsian Fishes of İzmir Bay (Aegean Sea)</b> İzmir Körfezi (Ege Denizi) Lesepsiyen Balıklar <b>Okan Akyol</b>	83-89
<b>SHORT COMMUNICATIONS</b>	
<b>The Presence of the Monogenean Helminth <i>Grubea cochlear</i> Diesing, 1858 from Chub Mackerel (<i>Scomber japonicus</i>) Caught in The Çanakkale Strait, Türkiye</b> Çanakkale Boğazi'ndan Yakalanan Kolyoz Balığının ( <i>Scomber japonicus</i> ) Monogenean Helminth <i>Grubea coclear</i> Diesing, 1858'in Varlığı <b>Ruhay Aldık*, Fikret Çakır</b>	90-94

# 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

# Is Trawl Fishery on the Verge of Collapse in Foça, Türkiye, Eastern Mediterranean?

Vahdet Ünal<sup>1\*</sup>, Fikret Öndes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Fisheries, Ege University, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Faculty of Fisheries, İzmir Katip Çelebi University, 35620, Çiğli, İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-6157-0590>

<https://orcid.org/0000-0002-9522-7050>

Received: 23.11.2022 / Accepted: 19.01.2023 / Published online: 04.07.2023

### Key words:

Mullidae  
*Mustelus mustelus*  
*Lophius piscatorius*  
Fisheries management  
Trawl fishery  
Mediterranean

**Abstract:** In this study, we aimed to examine the status and historical change of trawl fishing fleet in the Foça in the Aegean Sea. The data of the study representing all actively working trawlers in 1998-1999 and 2019 were collected through face-to-face interviews with trawler boat owners in Foça. The questionnaire consisted of questions related to the characteristics of the vessels, fishing activity, socio-demographics of fishers, running costs, annual landings of species and management issues. The study indicated that the annual landings of the main target species significantly decreased over the last two decades. Fishers reported the landings of some species including *Dentex gibbosus*, *Dentex macrophthalmus*, *Homarus gammarus*, *Mustelus mustelus*, *Octopus vulgaris*, *Parapenaeus longirostris*, *Scomber colias*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Spicara smaris*, *Trachurus spp.* and *Zeus faber* decreased considerably over this period. Over the same period, a decrease was found in the mean length of *Merluccius merluccius*, *Lophius piscatorius* and *Zeus faber*. The vessels' fuel tank volume and tow duration showed significant increases from 1999 to 2019. The trawl fleet decreased by ~75% from 1999 to 2019 and 55% of the current fishers reported that they may leave the fishery sector within the next 10 years. A change was also determined in the tradition of the sharing system, which is the number of crews paid in shares rather than a fixed salary, significantly decreased. Moreover, the crew numbers from vessel owners' households significantly decreased. As a result, we discussed the changes, problems, regulations and restrictions related to trawl fishery in Foça, which used to be the most important trawling fishing center of the Aegean twenty years ago. We found dramatic changes in many aspects compared to what it was two decades ago and provided suggestions regarding fisheries management.

### Anahtar kelimeler:

Mullidae  
*Mustelus mustelus*  
*Lophius piscatorius*  
Balıkçılık yönetimi  
Trol balıkçılığı  
Akdeniz

## Foça'da (Doğu Akdeniz, Türkiye) Trol Balıkçılığı Çöküşün Eşiğinde mi?

**Öz:** Bu çalışmada, Ege Denizi Foça'daki trol filosunun mevcut durumu ve tarihsel değişimi hakkında bilgi vermeyi amaçladık. 1998-1999 ve 2019 yıllarında aktif olarak çalışan tüm trol teknelerini temsil eden çalışmanın verileri, Foça'da bulunan trol teknesi sahipleri ile yüz yüze görüşülerek toplanmıştır. Anket; gemilerin özellikleri ve balıkçılık faaliyetleri, balıkçıların sosyo-demografik özellikleri, balıkçılık giderleri, türlerin yıllık karaya çıkış miktarları ve yönetim konuları ile ilgili sorulardan oluşmaktadır. Bu çalışma, hedef türlerdeki av miktarının son yirmi yılda önemli ölçüde azaldığını gösterdi. Balıkçılar, *Dentex gibbosus*, *Dentex macrophthalmus*, *Homarus gammarus*, *Mustelus mustelus*, *Octopus vulgaris*, *Parapenaeus longirostris*, *Scomber colias*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Spicara smaris*, *Trachurus spp.* and *Zeus faber* gibi bazı türlerin karaya çıkışlarının bu dönemde dikkate değer bir düşüş gösterdiğini rapor etti. Aynı dönemde *Merluccius merluccius*, *Lophius piscatorius* ve *Zeus faber* gibi bazı türlerin ortalama boylarında da azalma görülmüştür. Gemilerin akaryakıt tanklarının hacmi ve operasyon süreleri 1999'dan 2019'a önemli artışlar gösterdi. Foça'nın trol filosunda 1999'dan 2019'a yaklaşık %75 azalma saptandı. Mevcut balıkçıların %55'i önümüzdeki 10 yıl içinde balıkçılık sektöründen ayrılacaklarını bildirdi. Bu durum trol balıkçılığında payçılık sistemi geleneğini de değiştirmiş; maaş yerine pay olarak ödenen personel (mürettebat) sayısı önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca, tekne sahiplerinin hane halkından gelen mürettebat sayısı son yirmi yılda önemli ölçüde azalmıştır. Sonuç olarak, yirmi yıl evvel Ege'nin en önemli trol merkezi olan Foça'da günümüzde nasıl bir değişim olduğunu, sorunları, balıkçılık düzenlemeleri ve kısıtlamaları tartıştık. Yirmi yıl öncesine kıyasla birçok açıdan çarpıcı değişiklikler bulduk ve balıkçılık yönetimine ilişkin önerilerde bulunduk.

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

## Introduction

For the last several decades, overfishing and mismanagement of aquatic resources in the Mediterranean has resulted in collapsed stocks, habitat destruction, disturbance of ecological balance, and changes in socio-economic characteristics of fishing fleets. Although the ecological and biological changes in Mediterranean ecosystem have been investigated by many researchers (Tudela, 2004; Osio, 2012; Goffredo and Dubinsky, 2013; Damalas et al., 2015; Tserpes et al., 2016; Colloca et al., 2017; Mannino et al., 2017; Piroddi et al., 2017; Dimarchopoulou et al., 2018; Demirel et al., 2020; Tsikliras et al., 2021), changes in the fishers' behaviours and operational characteristics influenced by decreased stocks have rarely been discussed (Andrews et al., 2021). In addition, the entire fishing fleet operating in the Mediterranean show particular characteristics, and they are managed by different tools and regulations. Therefore, information obtained from local sources may help to clarify the current state of the Mediterranean fishery.

The Mediterranean Sea is not only vital for biodiversity, but it is also important for commercial demersal and pelagic fish resources. It hosts 76 280 fishing vessels and more than 30% of these vessels fish around the Eastern Mediterranean (FAO, 2020). In the Mediterranean, the largest increase (20.4%) in the catch since 2016 was demonstrated by Türkiye (FAO, 2020). The most caught demersal fish species in Türkiye were whiting (8.941t), striped red mullet (2.342t), red mullet (1.761t), European hake (1.270t) and invertebrates including mussel species (36.627t), whelk (11.646t) and shrimp species (5.137t) in 2019 (TÜİK, 2020). The licenced trawl vessel number was 790 in 2019 in Türkiye and among them 63 vessels were registered to Aegean ports (TÜİK, 2020).

It is well known that the trawl net is not selective enough and has a more devastating effect on habitats compared with many other fishing gears (Jenning and Kaiser, 1998; Collie et al., 2000; Lucchetti et al., 2021). To minimise the destructive impacts of trawl fishery, some management tools (e.g., spatial and seasonal closures, quotas, minimum and maximum landing sizes, restrictions in nets and fishing gear) are used by fishery managers and these aforementioned tools show variations depending on the countries or union's regulations (Anon., 2020; EU, 2006). For instance, fishing with trawl nets above the seagrass beds of, in particular, *Posidonia oceanica* or other marine phanerogams is prohibited in the EU waters of the Mediterranean (EU, 2006). There is no doubt that each datum related to the biological, ecological, and socio-economic indicators provided by scientific studies are imperative to develop the current fishery management measures and regulations. Another essential issue is auditing and monitoring the fleets using some tools (e.g., electronic logbooks, vessel monitoring system) and all these characteristics also show regional variations (Anon., 2020).

Previous studies related to trawl fishery in Türkiye mainly focussed on the selectivity of the trawl nets, by-catch issues, and marine debris (Lök et al., 1997; Tokaç et al., 2004; Özbilgin et al., 2007; Tosunoğlu et al., 2008; Zengin & Akyol, 2009; Eryaşar et al., 2014) and discard and catch composition (Gücü, 2012; Gurbet et al., 2013; Çetin et al., 2014; Gökçe et al., 2016; Yıldız & Karakulak, 2017). Ilkyaz et al. (2018) discussed on the spawning season and length and ages at first maturity of demersal fish species in the central Aegean Sea and recommended changing of the closed season for the bottom trawls. The socio-economic characteristics have rarely been documented to date (Ünal and Hoşsucu, 1996; Ünal, 2002; Ünal, 2004). Recently, Dereli et al. (2022) provided the technical measures for single boat bottom otter trawls used in Türkiye and Greece in the Aegean Sea. The authors also review the differences and similarities related to trawl fishing and all other fishing gears and emphasized the importance of harmonization of technical measures and management approaches for the sustainable management of shared stocks. However, trawling, which is a non-substitute fishing segment targeting important commercial fish species, is a type fishery that deserves to be examined in many respects and needs to be performed on a sustainable basis. In this context, in the present study, we reviewed a comparison of trawl fishing in Foça, center of trawlers along the Aegean coast, with its state twenty years ago.

Foça is one of the main regions where trawling is performed in Turkish waters. Trawl fishing began to appear in Foça in the 1940s. By the end of the 1940s, there were five trawlers, the longest of which was 18 meters and the most powerful engine seen was 90 HP, registered to the port of Foça. Although these vessels were far from today's technologies and were working in limited fishing areas, they were catching more fish and earning more than today. With the effect of factors such as the demand for fish, the increasing human population, and the limited employment opportunities especially for those living in the villages and towns of the coastal region, the number of trawlers, which was only five in the past, has increased year by year. As of the 1999-2000 fishing season there were forty licensed vessels, twenty of which were actively working (Ünal, 2002). In 2019, a total of 11 vessels actively fished around Foça (Pers. Comm.; C. Çetin, Head of Foça Fishery Cooperative, 2020). However, in 2021 the Foça trawl fleet showed a decrease, and the actual vessel number was only 5 (Pers. Comm.; N. Turguttekin, former local trawl fisher, 2021).

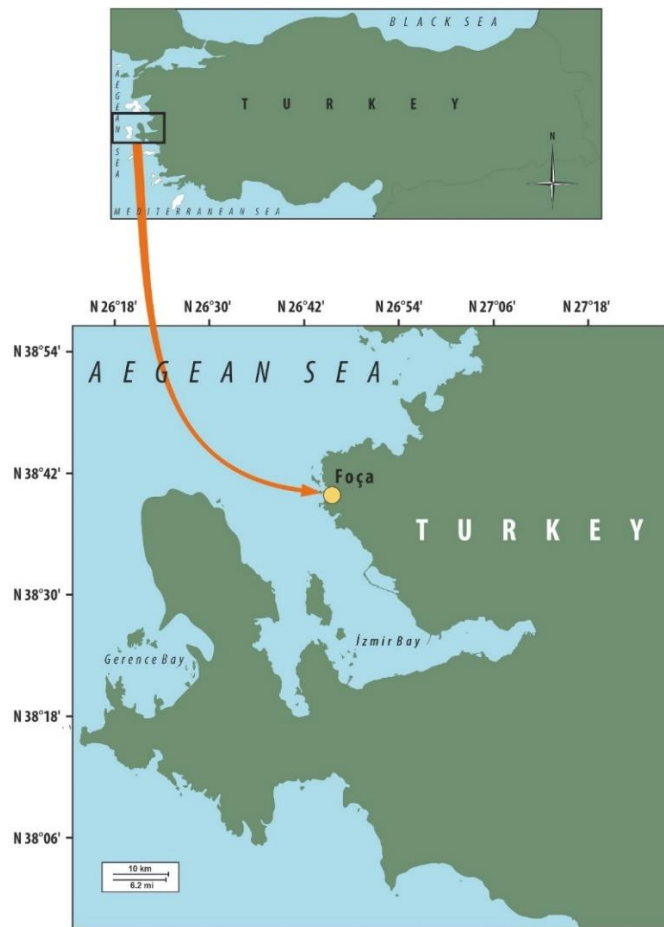
The main aim of the present study is to compare and highlight the Foça trawl fleets' current characteristics and end of the 1990's characteristics by examining aspects of the vessel, fishing operation, fishing expenditures, fishers' demography, main problems and catch. The findings can support the development of policies, regulations, and restrictions on the management of trawl fishery both in Foça and in other parts of the Aegean Sea.

## Material and Methods

### Study area

Foça is a fishing and tourism town, with a population of 33 131 inhabitants, located on the coast of Central Turkish Aegean Sea, Eastern Mediterranean (Figure 1). The fishery in Foça is characterised as multi-species and multi-gear fishing area including fishing methods such as trawling, gillnetting, longlining, and trolling. There is a fishery cooperative mainly consisting of small-scale fishers. The total number of shareholders (members) in this cooperative is 138. However, recently, the number of active fishers has decreased to 50 (Pers. Comm.; Ceyhan Çetin, Head of Foça Fishery Cooperative, 2020). The main target species of the small-scale fisheries are *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Diplodus*

*vulgaris*, *Boops boops*, *Oblada melanura*, *Dicentrarchus labrax*, *Pomatomus saltatrix*, and *Lithognathus mormyrus* (Tokaç et al., 2010). Foça is one of the most important areas for recreational and charter fisheries and the aforementioned species are targeted by recreational fishers as well (Öndes et al., 2020a). Due to the presence of the Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*) and sensitive habitats (e.g., *Posidonia* beds), biodiversity, unique archaeological assets and cultural heritage, a specially protected area (SEPA) was established in 1990 in Foça (Güçlüsoy et al., 2020). However, besides all these characteristics of Foça, the area was also known as the most important trawl fishing location in the Turkish side of the Aegean Sea until today.



**Figure 1.** Location of Foça

### Data collection

The data of the study representing all actively working trawlers in 1998-1999 and 2019 were collected through face-to-face interviews with trawler boat owners with a time difference of twenty years. Some historical data (e.g. socio-demographic data) are from 1999, while some other data (e.g. catch amount, running costs) are from 1998.

Regarding the data collection, approval was granted by the Ethics Committee of İzmir Katip Çelebi University. Some parts of the data collected in 2000 were published by the first author (Ünal, 2001; 2002; 2004), therefore the given data were used as secondary data in this study to understand historical changes. Both questionnaires conducted in different years gathered 4 types of information: (1) vessel characteristics (e.g. material, vessel type, vessel age, length, engine age, HP, volume of fuel tank and warehouse capacity), (2) socio-demographic features

(e.g. age, gender, education level, marital status, family member number), (3) running costs (4) magnitude and characteristics of fishing activity (annual days at sea, fishing effort, fishing times, maximum fishing hours per trip, vessel owner number, total crew number, crew number from the vessel owners' family and annual catch amounts of species (kg)). In addition to the questionnaire applied in 2019, another questionnaire was performed to fishers who have a minimum of 20 years fisheries experience in order to assess historical changes related to the fishing activity (e.g., tow duration, fishing site, and fishers' behaviours) and current problems. A Likert scale was utilised to evaluate the current problems. The scale consists of 5 categories including 1- strongly disagree, 2- disagree, 3- neither nor, 4- agree, 5- strongly agree.

### Data analysis

To test all data for normality and homogeneity of variance, a Kolmogorov-Smirnov K-S test and Levene's tests were used, respectively. In order to compare vessel characteristics, fishers' demographics and fishing activity in 1999 and 2019 a Mann-Whitney U test was used. Similarly, the mean tow duration in different sampling times (1999 and 2019) was tested using the Mann-Whitney U test. The same test was also used to compare the mean annual production of fish and shellfish species by fishing fleets in 1998 and 2018. All analyses were undertaken using the statistical programme SPSS.

## Results and Discussion

### Comparison of the vessel characteristics, socio-demographics of fishers and fishing activity in 1999 and 2019

Many fishing vessels were wooden in 1999, whilst 54% of vessels were built with iron in 2019 (Figure 2). Regarding the vessel type, 45%, 40% and 15% of the fleet consisted of mirror stern, gullet and liberty, respectively in 1999. There was no liberty vessel in 2019 and 81% of vessels were mirror stern, whilst 19% of vessels were gullet. There was no significant difference in vessel age, vessel size and engine age for the years 1999 and 2019 (Table 1). However, some vessel characteristics including engine power, volume of fuel tank and warehouse capacity showed a significant increase from 1999 to 2019 (Table 1).

It was determined that 85% and 82% of fishers were married in 1999 and 2019, respectively (Figure 2). Fishers who had completed primary school were common in 1999, whereas many fishers (55%) reported that they had at least high school diploma in 2019. While 40% of fishers had no social security in 1999, all fishers had official social security in 2019 (Figure 2). There was no significant difference in some fishers' demographics including age, number of household member and fisheries experience for the fleets in 1999 and 2019 (Table 1). However, it has been observed that a family that has been fishing trawlers in Foça since the 1970s with four different trawlers sold all their trawl vessels and there was not a single fisher from the family left.

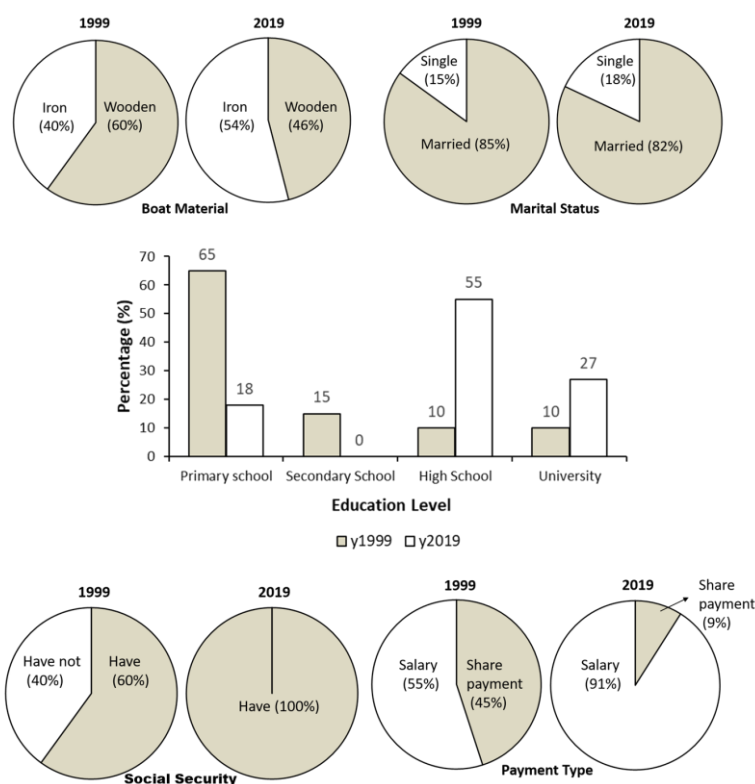
The total number of annual fishing days reduced over the last two decades in Foça trawl fishery (Table 1). There was no significant difference in the maximum fishing hours per trip, vessel owner number and total crew number for the years 1999 and 2019 (Table 1). In 1999, 55% of vessel owners declared that they preferred to salary crew members, whereas in 2019 91% of vessels owners paid their crew members a regular salary (Figure 2). Moreover, the crew number from the vessel owners' family showed a significant difference between 1999 and 2019 (Table 1).

Since the 1940's when trawling fishery emerged in Foça, the decrease in CPUE and increased fishing costs, in addition to affecting the fishing income, also caused a change in the income sharing system in trawl fishery. Ünal and Hoşsucu (1996) stated that the sharing system is essential in the distribution of income in Foça trawlers, but a few years later, Ünal (2002) drew attention to the tendency of the crew to switch to fixed but guaranteed salary payments instead of working with the sharing system. In the 1990s, trawlers used to prefer the sharing system in the distribution of fishing income, while in the early 2000s, the proportion of trawlers that distribute income on a share basis decreased to 33% (Ünal, 2002). In addition, only 55% of the interviewed trawlers in Foça could generate a net profit, the remaining vessels created negative economic performance and the Foça trawl fishery was far from viability. Likewise, the fact that the crews were not satisfied with their share and prefer to receive a fixed salary instead of this system, provides information on the economic sustainability of trawl fishery in Foça (Ünal, 2002).

### Knowledge of fishers having more than 20 years of experiences

Experienced fishers, who have been fishing for at least 20 years, declared that their mean tow duration was  $2.4 \pm 0.5$  hrs twenty years ago and the mean tow duration was estimated as  $3.4 \pm 0.5$  hrs in 2019. There was a statistically significant difference in tow duration for the compared years ( $P= 0.01$ ,  $U=15$ ). This situation depends on the catch composition and spatial differences of fishing grounds. For example, Can and Demirci (2004) noted that CPUE did not significantly change with tow duration for some species such as *Saurida undosquamis* in bottom trawl fishery in Türkiye. The present study showed that tow duration of trawls increased significantly over the last two decades and this may be related to the decreased CPUE of the target species. Furthermore, Table 2 summarises the temporal changes related to the fishing site, fleet size, overfishing and illegal fishing issues. Although fathers or grandfathers of vessel owners mainly worked directly in fishing, only 18% of vessel owners' children worked in fisheries. Results demonstrated that 55% of fishers considered that they will leave trawl fishery due to reduced income, increased fuel prices and some health problems (Table 2).





**Figure 2.** Comparison of some indicators (vessel material, marital status, education level, social security, and payment type) of Foça trawl fleet in 1999 (N = 20) (Ünal 2001, 2002, 2004) and 2019 (N= 11) (this study)

**Table 1.** Comparative information on vessel, fisher and fishing activity characteristics of Foça trawl fishery based on Ünal (2001, 2004) and this study

Criteria	Ünal (2001, 2004)		P	U-value
	Mean Value (± SD)	This Study		
<b>Vessel characteristics</b>				
Vessel age (year)	17±16	15±8	0.74	102
Length (m)	21±3	21±5	0.96	89
Engine age (year)	11±10	9±7	0.91	102
Engine power (HP)	324±126	463±97	< 0.01*	41
Volume of fuel tank (ton)	7±6	12±8	0.03*	59
Warehouse capacity (c. of safe)	192±126	339±212	0.05*	64
<b>Fisher characteristics</b>				
Age (year)	39±11	42±10	0.41	90
Family member number	3±1.4	4±0.8	0.46	93
Fishing experience (year)	20±10	23±10	0.42	91
<b>Fishing activity characteristics</b>				
Days at sea	182±55	159±26	0.32	86
Max. fishing hours per trip	51±23	55±21	0.56	97
Number of vessels owned	1.3±0.6	1.3±0.5	0.71	104
Total crew number	2.6±0.8	2.9±0.8	0.26	85
Number of crew members from fisher's household	1.8±1.1	0.7±0.9	0.01*	50

**Table 2.** Percentages related to the responses of trawlers on historical changes and social issues

Question	Yes (%)	No (%)
Have fishing sites been changed for the last two decades?	46	54
Have the trawl vessel number decreased for the last two decades?	91	9
Has overfishing increased for the last two decades?	100	0
Has illegal fishing increased for the last two decades?	100	0
Do you think fisheries have been managed better compared to the last two decades?	46	54
Were your father or grandfather fishermen?	91	9
Do you have a son or daughter who is fisher?	18	82
Do you want to leave trawl fishing within the next 10 years?	55	45

**Table 3.** Percentage of running costs in 1998 (Ünal, 2002) and 2018 (this study)

Year	Running Costs (%)			
	Fuel	Food	Ice	Transportation
1998	84.1	4.6	4.9	6.4
2018	86.4	3.1	2.8	7.7

#### Historical changes of running costs

Regarding the ratios of operational costs including fuel, ice, food and transportation, there was no significant difference between the sampling years (Table 3).

The fuel expenses in both 1998 and 2018 accounted for almost the same but the highest fishing expenditures (84.1% and 86.2%) in running costs. However, rates of fuel expenses in total expenditures were 53% and 62%, in 1998 and 2018, respectively. With these rates, fuel costs continued to form the highest cost unit among total expenses. It was observed that the fuel expenses of trawlers declared by fishers after twenty years were again the biggest problem of Foça trawl fishery. This is approximately four-fold more compared to EU countries' trawl fishery operating costs (STECF, 2019). Similarly, Guillen and Maynou (2016) analysed the Spanish trawl fleet for the period between 2000 and 2013 and noticed that not only increased fuel prices but also decreased fish prices together explained the low economic performance of the fleet. Moreover, Samy-Kamal and Sanchez-Lizaso (2014) reported that these two important factors (market prices and fuel prices) mainly influence the fishers' critical decisions in the Mediterranean trawl fishery.

#### Historical changes in the catch characteristics

The mean annual seafood production of main target species (listed in Table 4) was  $29\,989 \pm 22\,150$  kg/vessel in 1998, whilst the mean annual seafood production was  $14$

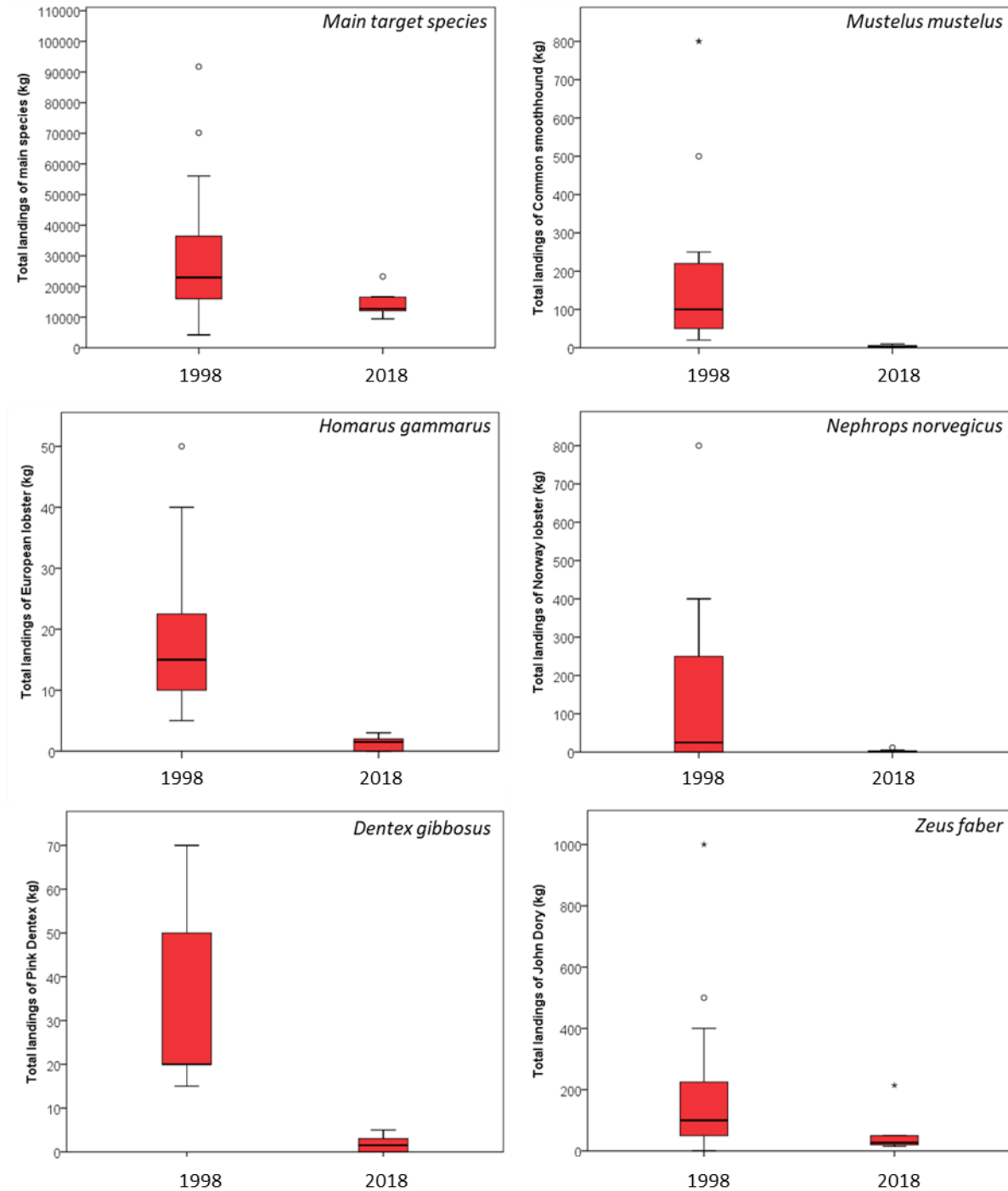
$099 \pm 3\,878$  kg/vessel in 2018. There was a statistically significant difference in annual seafood production of the fleet in the two fishing seasons ( $P = 0.005$ ,  $U = 36,000$ ). For many targeted fish and shellfish species the mean annual production (kg/vessel/year) showed significant differences between 1998 and 2018 (Table 4). In particular, some species showed a dramatic decrease in the total production from 1998 to 2018 (Figure 3).

Numerous studies reported that the stocks of some target species in the Mediterranean Sea showed a marked decrease over the last several decades (Osio, 2012; Damalas et al., 2015; Tserpes et al., 2016; Colloca et al., 2017; Piroddi et al., 2017; Dimarchopoulou et al., 2018). Although our results did not directly relate to the abundance or CPUE of species, they showed that the total production of some target species, including deep-water rose shrimp, mackerel species, pickerel, common octopus, John Dory, Large-eyed dentex, pink dentex, Largescaled scorpionfish, common smoothhound and European lobster, decreased significantly from 1998 to 2018. On the other hand, landings of some species including bogue, common cuttlefish and striped prawn showed an increase for the compared years. Similarly, based on fishers' traditional knowledge in the Mediterranean, it was noticed that Atlantic mackerel, poor cod, scorpionfishes, striped seabream, and John Dory showed decreasing trends, whilst the trends of Mediterranean parrotfish, common pandora, cuttlefish, blue and red shrimp, and mullets increased (Damalas et al., 2015). Another study by Ceriola et al. (2008) from the Central Mediterranean reported decreasing trends in the abundance of red mullet, European hake, John Dory, and Norway lobster. On the other hand, not only trawl impact but also increased abundances of alien species have pressured on native demersal species for the last several decades in the Mediterranean. Thus, it was suggested that decision-makers should also focus on these interactions in trawl fishery (Saygu et al., 2020).

**Table 4.** Mean catch amount of main fish and shellfish species in Foça trawl fishery in 1998 and 2018

Species	Latin Name	Mean Production (kg/vessel/year)		P	U-Value
		1998	2018		
Red mullet	<i>Mullus barbatus</i>	6 730±6 117	3 341±1 835	0.134	66,000
Deep-water rose shrimp	<i>Parapenaeus longirostris</i>	5 695±5 991	515±626	0.005	36,000
European hake	<i>Merluccius merluccius</i>	4 337±4 100	4 233±916	0.159	68,000
Mackerel	<i>Trachurus trachurus</i>				
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	3 515±4 476	281±289	<0.001	19,000
	<i>Trachurus picturatus</i>				
Bogue	<i>Boops boops</i>	2 035±2 510	2 167±1 155	0.158	68,000
Pickrel	<i>Spicara smaris</i>	2 016±3 321	370±196	0.032	39,500
Angler fish	<i>Lophius piscatorius</i>	1 405±1 917	465±307	0.582	87,500
	<i>Lophius budegassa</i>				
Musky octopus	<i>Eledone moschata</i>	778±560	693±217	0.842	95,500
Common octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	775±1 178	181±135	0.002	30,500
Striped Red Mullet	<i>Mullus surmelatus</i>	785±719	331±146	0.185	70,000
Common squid	<i>Loligo vulgaris</i>	600±744	323±128	0.658	90,000
	<i>Solea solea</i>				
Flat fish	<i>Citharus linguatula</i>	213±308	213±149	0.288	76,000
	<i>Lepidorhombus spp.</i>				
John Dory	<i>Zeus faber</i>	180±234	48±60	0.030	51,000
Common Smoothhound	<i>Mustelus mustelus</i>	195±235	4±3	<0.001	0,000
Chub mackerel	<i>Scomber colias</i>	270±158	8±7	<0.001	0,000
Large-eyed Dentex	<i>Dentex macrophthalmus</i>	192±198	4±3	<0.001	0,000
Black scorpionfish	<i>Scorpaena porcus</i>	151±167	3±2	<0.001	0,000
Common cuttlefish	<i>Sepia officinalis</i>	151±233	329±343	0.070	59,000
Norway lobster	<i>Nephrops norvegicus</i>	145±206	2±4	0.240	75,000
Largescaled scorpionfish	<i>Scorpaena scrofa</i>	92±159	16±21	0.001	28,000
Striped prawn	<i>Penaeus kerathurus</i>	85±195	556±370	<0.001	19,000
Pink dentex	<i>Dentex gibbosus</i>	32±19	1±1	<0.001	0,000
European Lobster	<i>Homarus gammarus</i>	19±11	1±1	<0.001	0,000

\*Some fish and shellfish species were recorded as others by fishers; thus the aforementioned species' catch amounts were not presented in table.



**Figure 3.** The total annual production values of fishing vessels for main targeted species and some selected species that showed marked decreased catch

### Past and present problems in the management of trawl fishery

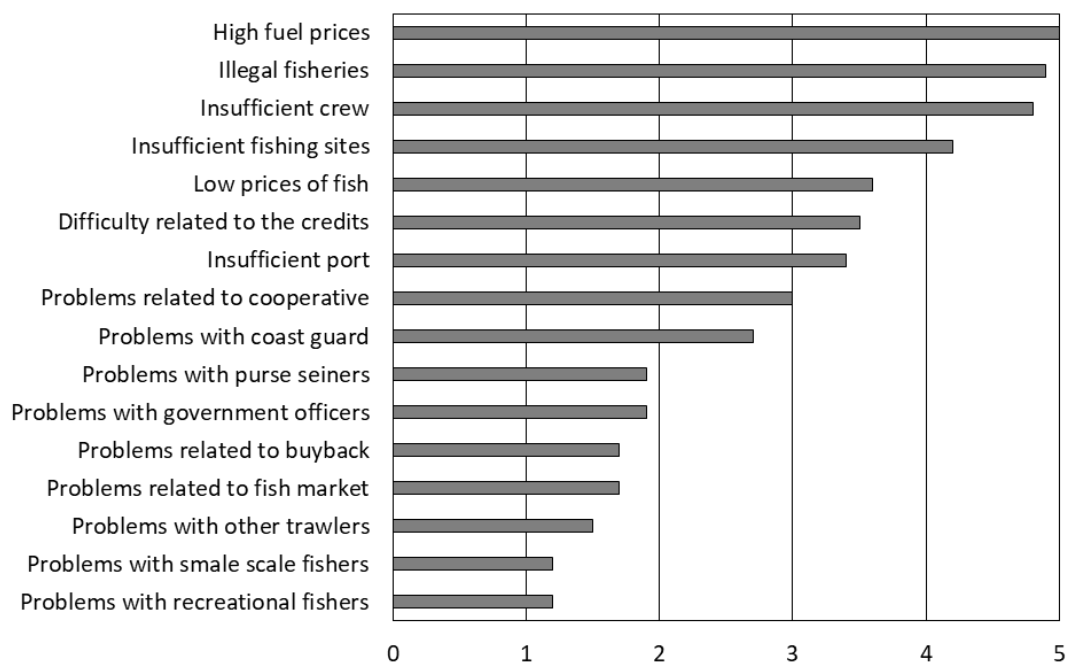
Regarding the previous problems in 1999, all fishers declared that they had problems with high fuel expenses, low prices of fish and the fish market. Moreover, 95% of fishers stated that they faced difficulty acquiring credit, 65%, 60%, 40% and 25% fishers had difficulties with

finding crew, other fishers, coast guard and insufficient port berth, respectively. Only 10% of fishers had problem with the limited fishing sites in 1999.

While in 2019, the biggest problem of Foça trawl fishery was declared as the increased fishing expenditures, in particular fuel expenses. The second biggest problem was illegal trawl fishing with small boats (usually

smaller than 12 meters) in closed areas and even closed seasons which is called “şebeke”. The Likert scale below provides comprehensive information related to the current problems of fishers; in addition to high fuel prices and illegal fishing, fishers specified that difficulties to employ crew, fishing site and port, low prices of fish species, difficulty to obtain credit were other important problems (Figure 4). Another important problem of trawl vessels with a valid work permit that they continue fishing

beyond 6 miles and have a shorter closed season. Furthermore, working permission for 300 days per year seems insufficient by some trawlers and they attempt to violate this regulation in various ways. Those who do not operate the vessel monitoring system, those who start working a few days before the start of the fishing season (they bring the fish to land within the legal time but fish in the closed season), those who fish inside instead of outside 6 miles, have been the subject of complaints by honest fishers for years (Pers. Comm.; N. Turguttekin).



Likert Scale (1-Strongly disagree, 2- Disagree, 3- Neither disagree nor agree, 4- Agree, 5- Strongly agree)

Figure 4. Likert scale on the problems of Foça trawl fleet in 2019

### Recommendations on Fisheries Management

In this section, we discussed some recommendations for improvement of the current fisheries communiqué.

#### Depth closure

In the Mediterranean, littoral zone (up to nearly 50 m) includes vulnerable and sensitive habitats (e.g., Posidonia beds, algae facieses) and species as well high ratio of producer species and therefore, this zone is a critical area for ecosystem completeness. This productive zone is the main fishing ground of small-scale fishers, recreational fishers, and large-scale fishers (e.g., trawlers and purse-seiners) and therefore conflicts among inshore fishers, recreational fishers, and large-scale fishers are not uncommon (Birkan & Öndes, 2020; Öndes et al., 2020a). For example, the results of the present study showed that trawlers who fish in Foça had problems with other trawlers, purse-seiners, small-scale fishers, and recreational fishers. Furthermore, bottom towed gears (e.g., trawls and dredges) damages the fragile species (e.g., critically endangered fan mussel *Pinna nobilis*, some coral and sponge species) and

cause catastrophic impacts on their habitats (Öndes et al., 2020b; Otero et al., 2017). Furthermore, little is known about the survival rates and direct damage rates of by-catch species in trawl fishery in Türkiye (Metin et al., 2004; Düzbastılar et al., 2010), though these issues have been comprehensively evaluated in the Irish Sea, the North Sea and Western Mediterranean (Van Beek et al., 1990; Kaiser & Spencer, 1993, 1995; Depestele et al., 2014; García-De-Vinuesa et al., 2020). To allow the sustainable use of this productive and sensitive zone, we suggest that the ‘depth closure’ should be reconsidered for large-scale fisheries including trawl fishery. Additionally, any kind of large-scale fishing gear including both trawls and purse seines should be prohibited within the Special Environmental Protection Areas (SEPAs) and Marine Protected Areas (MPAs) in Turkish waters. This suggested ban can both minimize the conflicts among fishers and conserve the aforementioned habitats and species (Wang et al., 2021). With this suggested ban, the controlling of illegal fishing activities of fishing fleets (especially ‘şebeke fishing’) can get easier. Subsequently, this suggested restriction can provide a contribution to Türkiye for the harmonization

with the Council Regulation (EC) No 1967/2006 concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea (EU, 2006).

### **Quotas to prevent overfishing**

In the present study, all fishers declared that overfishing significantly increased over the last two decades and previous studies related to SSF and recreational fisheries supported this statement (Birkan & Öndes, 2020; Öndes et al., 2020a). Although the overfishing problem is well identified in the literature, few studies have focused on the solutions. One of the most effective management strategy the quota application has never been practiced in the trawl fishery in Türkiye (Anon., 2020). Owing to the nature of the trawl net (its unselective gear characteristic), the quota application includes some challenges. However, instead of applying a species-specific quota, a quota for the total annual catch can be considered. The annual catch quota can be identified by the government. This can contribute to the control of fishing activities, reduce overfishing. In this context, we recommend fisheries managers that stock assessment studies for demersal stocks should be started and carried out regularly at certain time periods. In the meantime, necessary studies should be completed to determine, allocate, control inspection system at sea, landing declaration, bycatch, landing port offices, logbooks and their validations, and monitor quotas very well to establish a system that will work successfully in practice. Solving these issues are the basic conditions for the transition to the quota system. However, one of the challenges is that the application of an output-based fisheries management system is not as easy as it is mentioned in theory. According to the FAO (1985), quotas generally lead to extremely complex procedures which are difficult and costly to implement. The state must systematically monitor its vessels' subject to quota and ensure that directed fishing is stopped as soon as any quota has been reached. FAO (1985) stated the problems of quota management in fisheries:

*"In essence, quota management is an exercise in data acquisition. It depends on reliable information about what quantities of quota fish are caught where. Considerable problems are inherent in this requirement, and these lend force to arguments that quotas are in fact unenforceable. Certainly, they are extremely costly in manpower and resource but, requirements in the event can be enforced to some degree, dependent upon circumstances."*

### **Regional fisheries management**

One of the most discussed issues by the stakeholders related to fisheries management in recent years is the transition to regional fisheries management. Based on the findings of this study, traditional knowledge of fishers, and two decades of observation, we propose that the regional fisheries management considers an Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) in large-scale fisheries including trawl fishery, in not only Foça but also in other regions and fisheries of Türkiye. This means that the same vessels should not fish in the Black Sea, the Sea of Marmara, the

Aegean Sea, and the Mediterranean Sea (Levantine coasts). The fishing borders of each vessel should be identified. With this potential arrangement, high fishing pressure on some areas and species can be prevented. In particular, the stocks of some species which exhibit seasonal migration will be positively influenced thanks to this closure. Moreover, scientific studies on habitat mapping should be urgently applied to understand whether there are additional necessary closed areas or not. EAF should be taken into account for the implementation of these aforementioned recommendations, and fisheries management plans based on EAF should be prepared for each fishery when transitioning to regional fisheries.

### **Rethinking the fishing season and minimum landing sizes (MLS)**

The current bottom trawl fishery season in Türkiye is between the 1<sup>st</sup> of September and 15<sup>th</sup> April except for the Levantine coasts (15<sup>th</sup> Sep-15<sup>th</sup> Apr). İlkyaz et al. (2018) evaluated the spawning seasons of 21 fish species in the central Aegean Sea, Türkiye and reported that the current closed season protects only 47.1% of species throughout their spawning peak periods. The authors suggested the new closed season which is between March 1<sup>st</sup> to July 15<sup>th</sup> and with this potential regulation more species will be protected during their peak spawning seasons. In particular, peak spawning seasons of *B. luteum*, *D. annularis*, *G. niger*, *M. merluccius*, *M. barbatus barbatus*, *P. erythrinus*, *S. cabrilla* and *S. maena* were estimated to be in this period (İlkyaz et al., 2018). In addition, not only spawning periods but also recruitment periods of species should be considered as it also plays an important role in conserving community structure and composition (Demestre et al., 2008). It was also reported that increasing sea temperatures may have a positive or negative effects on crustacean's recruitment periods (Ceriola et al., 2008). However, these management recommendations based on scientific studies have not been considered until now.

The dramatic decrease in the mean size of some target species, such as *M. merluccius*, *L. piscatorius* and *Z. faber* was another remarkable finding of the present study. Similarly, Ceriola et al. (2008) noted great reductions in the size of *M. merluccius* and *Z. faber* in GSA 18. This may be related not only to overfishing of the related species but also to the discovery of new fishing grounds which were full of adult individuals of these species with high spawning capacity and no presence of destructive fishing in these areas (pers. comm.; N.Turgutekin). According to the current communiqué on commercial fisheries, a total of 50 species (fish and invertebrates) has the minimum landing size and one species (common octopus) has the minimum landing weight in Türkiye (Anon., 2020). However, there is no minimum landing size for some species captured by trawls such as *Dentex macrophthalmus*, *Dentex gibbosus*, *Boops boops*, *Pagellus bogaraveo*, *Scorpaena porcus*, and *Spicara smaris*. Similarly, Yıldız & Ulman (2020) noted that 16 taxa still need national studies to determine their maturity sizes and 11 taxa listed in the current notification should have increased MLS values. Furthermore, due to the changes in the climatic factors, the maturity status and

spawning seasons of species may be affected, and we strongly suggest that the current studies should be supported by funds about the size at onset of sexual maturity (SOM) and reproductive ecology of demersal resources should be periodically monitored. The key point is that these future studies should cover large geographical areas; the spatial factors may influence the SOM of species. Therefore, the revisions in MLS of species may be necessary. In addition to all the above-mentioned recommendations, the principles of managing shared stocks should be followed in the Aegean Sea.

### Improving the audit fishing activities and monitoring issues

The role of AIS and VMS data in having information on fleet dynamics and developing management measures are well explained (Lambert et al., 2012; Martin et al., 2014; Shepperson et al., 2018). Vessels larger than 15 m in total length have been compulsorily monitored by VMS since 2005 in Europe (Martin et al., 2014). However, the vessels larger than 12 m shall finalize the necessary procedures to be monitored by VMS in Türkiye as of the year 2016 (Official Gazette, 2016).

Although there are published articles on VMS records in European waters (Witt and Godley, 2007; Gerritsen and Lordan, 2011; Martin et al., 2014; Russo et al., 2018), there are no studies on the Turkish fleet. Thus, to understand fleet dynamics and pressures on different fishing grounds, the VMS data and electronic logbook data of the Turkish fleet should be evaluated. Then, according to the results additional closures (e.g., spatial) may be considered.

### Conclusion

In conclusion, Foça trawl fishery shows a dramatic change in many aspects compared to what it was two-decades ago. The problem of illegal fishing, which could not be solved for years and is even increasing day by day, increasing fishing costs and low catch amounts seem to be bringing Foça trawler fishing to an end. The total landings of many targeted species and the mean size of some of these species dramatically decreased from 1999 to 2019 in Foça trawl fishery. In two decades, a dramatic decrease has occurred in the trawl fleet.

Today, only 10% of the fishers interviewed twenty years ago continue trawling thanks to their children. A family of trawl fishers came to the region from Bodrum in the 1970s due to the rich fishing grounds, had 5 trawlers over time, and in 2021 they sold their last vessel and left the fishing industry completely (Pers. comm., N. Turguttekin). We hope that the findings which reveal this dramatic change are important for fisheries management and will mobilize any policy-makers left who care about sustainable fisheries in Türkiye.

### Acknowledgement

We would like to thank Necdet Turguttekin a former of Foca Fishery Cooperative and all other trawler who cooperated with us over the years.

### Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

### Author Contributions

Vahdet Ünal: Designed the study, Data collection and curation, validation, investigation, writing - original draft, supervision, final editing. Fikret Öndes: Data collection and curation, validation, investigation, data analysis, writing - original draft, final editing.

### Ethics Approval

Approval was granted by the Ethics Committee of İzmir Katip Çelebi University.

### References

- Andrews, E. J., Pittman, J., & Armitage, D. R. (2021). Fisher behaviour in coastal and marine fisheries. *Fish and Fisheries*, 22(3), 489-502.
- Anon. (2020). 5/1 Numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi hakkında tebliğ (tebliğ no: 2020/20) [Communiqué on the regulation of commercial fisheries No. 5/1 (Communiqué No. 2020/20).] [In Turkish.]
- Birkan, R., & Öndes, F. (2020). Socio-economic characteristics of small-scale fisheries in the Aegean Sea, Turkey (eastern Mediterranean). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 50(3), 257-268.
- Can, M. F., & Demirci, A. (2004). Effect of Towing Duration on the Catch per Unit of Swept Area (CPUE) for Lizardfish, *Saurida undosquamis* (Richardson, 1848), from the Bottom Trawl Surveys in the İskenderun Bay. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4(2).
- Ceriola, L., Accadia, P., Mannini, P., Massa, F., Milone, N., & Ungaro, N. (2008). A bio-economic indicators suite for the appraisal of the demersal trawl fishery in the Southern Adriatic Sea (Central Mediterranean). *Fisheries Research*, 92(2-3), 255-267.
- Collie, J. S., Hall, S. J., Kaiser, M. J., & Poiner, I. R. (2000). A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of Animal Ecology*, 69(5), 785-798.
- Demestre, M., de Juan, S., Sartor, P., & Ligas, A. (2008). Seasonal closures as a measure of trawling effort control in two Mediterranean trawling grounds: effects on epibenthic communities. *Marine Pollution Bulletin*, 56(10), 1765-1773.
- Demirel, N., Zengin, M., & Ulman, A. (2020) First large-scale Eastern Mediterranean and Black Sea stock assessment reveals a dramatic decline. *Frontiers in Marine Science*, 7, 103.
- Depestele, J., Desender, M., Benoît, H. P., Polet, H., & Vincx, M. (2014). Short-term survival of discarded target fish and non-target invertebrate species in the

- “eurocutter” beam trawl fishery of the southern North Sea. *Fisheries Research*, 154, 82-92.
- Dereli H., Ünal, V., Miliou A., Tsimpidis T., Trompouki I., Tosunoğlu Z., Alexopoulos K., & Ulman A. (2022). Comparison of Technical Measures in the Aegean Sea to Support Harmonization of Fisheries Management Policies. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 52(2), 2022, 111–123 | DOI 10.3897/aipep.52.80083
- Düzbastılar, F. O., Aydın, C., Metin, G., Lök, A., Ulaş, A., Özgül, A., ... & Tokaç, A. (2010). Survival of fish after escape from a 40 mm stretched diamond mesh trawl codend in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 74(4), 755-761.
- Eryaşar, A.R., Özbilgin, H., Gücü, A.C., & Sakınan, S. (2014). Marine debris in bottom trawl catches and their effects on the selectivity grids in the north eastern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 81, (2014) 80-84.
- EU. 2006. Council Regulation (EC) No 1967/2006 of 21 December 2006 concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea. Official Journal of the European Communities L409, 85p.
- FAO. (1985). Papers presented at the Expert Consultation on the regulation of fishing effort (fishing mortality). Rome, 17–26 January 1983. A preparatory meeting for the FAO World Conference on fisheries management and development. FAO Fish.Rep., (298) Suppl.3, 215-470.
- FAO. (2020). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries 2020. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb2429en>
- García-De-Vinuesa, A., Breen, M., Benoît, H. P., Maynou, F., & Demestre, M. (2020). Seasonal variation in the survival of discarded *Nephrops norvegicus* in a NW Mediterranean bottom-trawl fishery. *Fisheries Research*, 230, 105671.
- Gerritsen, H., & Lordan, C. (2011). Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES Journal of Marine Science*, 68(1), 245-252.
- Goffredo, S., & Dubinsky, Z. (Eds.). (2013). The Mediterranean Sea: Its history and present challenges. Springer Science & Business Media. ISBN, 9400767048, 9789400767041, 678 p.
- Gökçe, G., Saygu, İ., & Eryaşar, A.R. (2016). Catch composition of trawl fishery in Mersin Bay with emphasis on catch biodiversity. *Turk. J. Zool.*, 40, 522-533, doi:10.3906/zoo-1505-35
- Gurbet, R., Akyol, O., Yalcin, E., & Ozaydin, O. (2013). Discards in bottom trawl fishery in the Aegean Sea (Izmir Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 29 (6), 1269-1274.
- Gücü, A.C. (2012). Impact of depth and season on the demersal trawl discard. *Turk J Fish Aquat Sci.*, 12, 817-830.
- Güçlüsoy, H., Öndes, F. & Tosunoğlu, Z. (2020). The catch characteristics of a set longline fishery in the Foça Special Environmental Protection Area, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 50(3), 247-255.
- İlkyaz A. T., Metin G., Soykan O., Kinacigil H. T. (2018). Spawning season, first maturity length and age of 21 fish species from the central Aegean Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 211-216.
- Jennings, S., & Kaiser, M. J. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34, 201-352.
- Kaiser, M. J., & Spencer, B. E. (1993). A preliminary assessment of the immediate effects of beam trawling on a benthic community in the Irish Sea. CM Documents-ICES, (B: 38).
- Kaiser, M. J., & Spencer, B. E. (1995). Survival of by-catch from a beam trawl. *Marine Ecology Progress Series*, 126, 31-38.
- Keskin Ç., Ordines F., Ates C., Moranta J., & Massutí E. (2014). Preliminary evaluation of landings and discards of the Turkish bottom trawl fishery in the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Sci. Mar.* 78(2), 213-225. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.03942.30B>
- Lambert, G. I., Jennings, S., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., Hinz, H., Kaiser, M. J., & Murray, L. G. (2012). Implications of using alternative methods of vessel monitoring system (VMS) data analysis to describe fishing activities and impacts. *ICES Journal of Marine Science*, 69(4), 682-693.
- Lök, A., Tokaç, A., Tosunoğlu, Z., Metin, C., & Ferro, R. S. T. (1997). The effects of different cod-end design on bottom trawl selectivity in Turkish fisheries of the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 32(2), 149-156.
- Lucchetti, A., Virgili, M., Vasapollo, C., Petetta, A., Bargione, G., Liveli, D., Brcic, J., & Sala, A. (2021). An overview of bottom trawl selectivity in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 22(3), 566-585. doi:<https://doi.org/10.12681/mms.26969>
- Martín, P., Muntadas, A., de Juan, S., Sánchez, P., & Demestre, M. (2014). Performance of a northwestern Mediterranean bottom trawl fleet: How the integration of landings and VMS data can contribute to the implementation of ecosystem-based fisheries management. *Marine Policy*, 43, 112-121.
- Mannino, A. M., Balistreri, P., & Deidun, A. (2017). The marine biodiversity of the Mediterranean Sea in a changing climate: the impact of biological invasions. Mediterranean identities-environment, society, culture, 101-127.



- Metin, C., Tokaç, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F. O., Lök, A., Özbilgin, H., Metin, G., Tosunoğlu, Z., Kaykaç, H. & Aydın, C. (2004). Survival of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) after escape from a trawl codend in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 70(1), 49-53.
- Official Gazette. (2016). Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Notification of monitoring fishing vessels. Notification no: 2016/18, issue number: 29716.
- Otero, M.M., Numa, C., Bo, M., Orejas, C., Garrabou, J., Cerrano, C., Kružić, P., Antoniadou, C., Aguilar, R., Kipson, S., Linares, C., Terrón-Sigler, A., Brossard, J., Kersting, D., Casado-Amezúa, P., García, S., Goffredo, S., Ocaña, O., Caroselli, E., Maldonado, M., Bavestrello, G., Cattaneo-Vietti, R. & Özalp, B. (2017). Overview of the conservation status of Mediterranean anthozoans. IUCN, Malaga, Spain. x + 73 pp.
- Öndes, F., Ünal, V., Öndes, H., & Gordo, A. (2020a). Charter fishing in the Aegean Sea (Turkey), eastern Mediterranean: The missing point of fisheries management. *Fisheries Research*, 224, 105457.
- Öndes, F., Kaiser, M. J., & Güçlüsoy, H. (2020b). Human impacts on the endangered fan mussel, *Pinna nobilis*. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*, 30(1), 31-41.
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., & Metin, G. (2007). Seasonal variation in the trawl codend selectivity of picarel (*Spicara smaris*). *ICES Journal of Marine Science*, 64(8), 1569-1572.
- Russo, T., Morello, E. B., Parisi, A., Scarcella, G., Angelini, S., Labanchi, L., Martinelli, M., D'Andrea, L., Santojanni, A., Ameri, E. & Cataudella, S. (2018). A model combining landings and VMS data to estimate landings by fishing ground and harbor. *Fisheries Research*, 199, 218-230.
- Samy-Kamal, M., Forcada, A., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2014). Trawling fishery of the western Mediterranean Sea: Métiers identification, effort characteristics, landings and income profiles. *Ocean & Coastal Management*, 102, 269-284.
- Saygu, I., Heymans, J. J., Fox, C. J., Özbilgin, H., Eryaşar, A. R., & Gökçe, G. (2020). The importance of alien species to the food web and bottom trawl fishery of the Northeastern Mediterranean, a modelling approach. *Journal of Marine Systems*, 202, 103253.
- Shepperson, J. L., Hintzen, N. T., Szostek, C. L., Bell, E., Murray, L. G., & Kaiser, M. J. (2018). A comparison of VMS and AIS data: The effect of data coverage and vessel position recording frequency on estimates of fishing footprints. *ICES Journal of Marine Science*, 75(3), 988-998.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), (2019). The 2019 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF 19-06), Carvalho, N., Keatinge, M. and Guillen Garcia, J. editor(s), EUR 28359 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-09517-0, doi:10.2760/911768, JRC117567.
- Tokaç, A., Özbilgin, H., & Tosunoğlu, Z. (2004). Comparison of the selectivity of PA and PE codends. *Fish. Res.*, 67, 317-327.
- Tokaç A., Ünal V., Tosunoğlu Z., Akyol O., Özbilgin H. & Gökçe G. (2010). Ege Denizi Balıkçılığı. [Aegean Sea Fishing.] İMEAK Deniz Ticaret Odası, İzmir Şubesi Yayınları, İzmir, Turkey. [In Turkish.]
- Tosunoğlu, Z., Aydın, C., & Özyayın, O. (2008). Selectivity of a 50mm diamond mesh knotless polyethylene codend for commercially important fish species in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(3), 311-315.
- Tsikliras, A. C., Touloumis, K., Pardalou, A., Adamidou, A., Keramidas, I., Orfanidis, G. A., ... & Koutrakis, M. (2021). Status and Exploitation of 74 Un-Assessed Demersal Fish and Invertebrate Stocks in the Aegean Sea (Greece) Using Abundance and Resilience. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1210.
- Tudela, S. (2004). Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 74. Rome, FAO, 44p.
- Ünal, V., & Hossucu, H. (1996). Economic Analysis Trawl Vessels in Foça (Aegean Sea). (In Turkish), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Vol. 13, No 1-2.
- Ünal, V. (2001). An investigation on socio-economic analysis of Foça fishery and its evaluation from the sustainability point of view. Ph. D. Thesis, Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Bornova, İzmir.
- Ünal, V. (2002). Trol Balıkçılığında Gelir Dağılımı ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Özhan, E. ve Alpaslan, N. (Editör), Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, 5-8 Kasım 2002, Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi.
- Ünal, V. (2004). Viability of trawl fishing fleet in Foça (the Aegean Sea), Turkey and some advices to central management authority. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4(2).
- Van Beek, F. A., Van Leeuwen, P. I., & Rijnsdorp, A. D. (1990). On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fishery in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26(1), 151-160.
- Wang, Z., Leung, K. M., Sung, Y. H., Dudgeon, D., & Qiu, J. W. (2021). Recovery of tropical marine benthos after a trawl ban demonstrates linkage between abiotic and biotic changes. *Communications Biology*, 4(1), 1-8.
- Witt, M. J., & Godley, B. J. (2007). A step towards seascape scale conservation: using vessel monitoring systems (VMS) to map fishing activity. *PloS one*, 2(10), e1111.

- Yıldız, T., & Karakulak, S. (2017). Discards in bottom-trawl fishery in the western Black Sea (Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 33 (4), 689-698 <https://doi.org/10.1111/jai.13362>
- Yıldız, T., & Ulman, A. (2020). Analyzing gaps in policy: Evaluation of the effectiveness of minimum landing size (MLS) regulations in Turkey. *Marine Policy*, 115, 103829.
- Zengin, M., & Akyol, O. (2009). Description of bycatch species from the coastal shrimp beam trawl fishery in Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(2), 211-214.

# 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 Current Status of Fisheries Production in Van, Türkiye

Muhammet Demir

Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Van, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-8745-4870>

Received: 23.12.2022 / Accepted: 26.04.2023 / Published online: 04.07.2023

#### Key words:

Rainbow Trout farming  
Fisheries  
Aquaculture  
Release fishing  
Van

**Abstract:** In recent years, the fisheries sector, which has developed rapidly in Turkey as well as all over the world, has become an important sector in the province of Van. In this study, the share and importance of fisheries with respect to capture fisheries and aquaculture in the province of Van has been investigated. Data indicated that during the period 2013-2021, the province of Van had the following share with respect to inland fisheries production: 2.23% of trout farms, 3.00% of inland fishing vessels, 1.67% of inland water resources where restocking programs have been undertaken, 28.43% of inland fisheries, 2.14% of trout culture, 2.44% of restocked fish and 7.65% of total inland fisheries production. The province of Van ranks 1st in terms of inland capture fisheries. With better management practices, both inland capture fisheries and aquaculture production may be increased.

#### Anahtar kelimeler:

Gökkuşluğu Alabalığı yetiştiriciliği  
Su ürünleri avcılığı  
Su ürünleri üretimi  
Balıklandırma  
Van

#### Van İlinde Su Ürünleri Üretiminin Mevcut Durumu

**Öz:** Son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de hızla gelişen su ürünleri sektörü Van ili içinde önemli bir sektör haline gelmiştir. Bu çalışmada, Van İlinde avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretim miktarı ve su kaynaklarına aktarılan balık miktarları ele alınarak Türkiye’deki payının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, 2013-2021 yılları arasında Van ilinin Türkiye iç sularındaki payı aşağıdaki gibidir: Alabalık işletme sayısı % 2.23, balıkçı tekne sayısı % 3.00, balıklandırma yapılan su kaynakları sayısı % 1.67, avcılık miktarı % 28.43 alabalık yetiştiricilik miktarı % 2.14, su kaynaklarına aktarılan balık miktarı % 2.44 ve toplam su ürünleri üretim miktarı % 7.65 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre, Van ili içsu avcılığında Türkiye’de birinci sırada yer almaktadır. Van ilinde bulunan su kaynakları güzel bir şekilde değerlendirilmesi durumunda, yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen balık üretim miktarı hedeflerin üzerine çıkabileceği tahmin edilmektedir.

#### Giriş

İnsanların yaşamını sürdürebilmesi için beslenme gerekli bir ihtiyaçtır. Dünyada ve ülkemizde artan nüfusla birlikte insanların gıda ihtiyaçları da artarak bir sorun haline gelmiştir. Hayvansal ve bitkisel gıda kaynaklarının üretim ve tüketiminin üst seviyeye yaklaştığı günümüzde, gıda ihtiyaçlarını karşılamak için insanlar su kaynaklarına yönelmiştir. Su kaynakları hayvansal protein eksikliğinin kapatılması açısından büyük bir önem arz etmektedir (Şahin, 2011). Kaliteli bir balıkta bulunan proteinin insanların protein ihtiyacını karşılamasında büyük bir rolü vardır. Artan dünya nüfusuna karşılık, protein açığı her geçen gün büyümekte ve karşılanamamaktadır. Bu nedenden ötürü balıkçılık ve su ürünlerinin önemi giderek artmaktadır. Ancak su ürünlerine olan ihtiyacın artmasına rağmen su kaynaklarını kirlenmesi ve bilinçsizce kullanılması, balıkların çeşitli teknolojik gelişmelerle uluslararası sularda avlanmaya başlanması nedeniyle su

ürünleri yetiştiriciliği son yıllarda hızlıca artış göstermektedir (Sağlam vd., 2008). Gelişmiş ülkelerde kültür balıkçılığı insanlara gıda sağlamanın yanı sıra ekonomiye, istihdama ve kırsalın kalkınmasına destek sağlayan yetiştiricilik sektörüdür (Elbek, 1981).

Mavi gezegen olarak isimlendirilen dünyanın 2/3’ü sular ile kaplıdır. Dünya üzerinde bulunan suların %97.5’i tuzlu, %2.5’i tatlıdır. Tatlı suların 2/3’ü kutuplarda ve yüksek dağlık alanlarda buz kütleleri halindedir (Sekin, 1996). Göller, göletler, nehirler, akarsular ve sulak alanlar yer kürenin yaklaşık % 6’sını, kıtaların ise yüzde 15’ini kapsadığı varsayılmaktadır. Yeryüzünde yaklaşık 300 milyon doğal göl, 4,2 milyon km<sup>2</sup> 'lik bir alanı, yapay göller 335.000 km<sup>2</sup> 'lik alanı, nehir ve dereler yaklaşık 500.000 km<sup>2</sup> 'lik bir alanı, kıtasal sulak alanlar ise 12,8 ila 15,8 milyon km<sup>2</sup> arasında bir alanı kaplamaktadır (Chapra, 1997).

\*Corresponding author: muhammet.demir1453@gmail.com

2020 yılında Dünya’da toplam su ürünleri üretimi 178 milyon ton olurken, yetiştiricilik üretimi 87,5 milyon tondur. Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği 2020’de Dünya’da 77 ülkede ve yaklaşık 1,02 milyon ton olarak elde edilmiştir. Ülkemizde, 10 yıllık değişime bakıldığında 2012 yılında yetiştiricilik miktarı 212.410 tondan, 2021 yılında 471.686 tona çıkmıştır (Yıldırım ve Çantaş, 2022).

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği, 1960’lı yılların sonu ve 1970’li yılların başında iki tür (gökkuşuğu alabalığı ve aynalı sazan) ile başlamış, 1980’li yıllarda deniz balıkları (çipura ve Avrupa deniz levreği) yetiştiriciliği ile önemli adımlar atmış, 1990’lı yıllarda ise alabalık, çipura ve levrek yetiştiriciliğinde artış belirginleşmeye başlamış ve alternatif türler ile ilgili adımlar atılmıştır. 2000’li yıllarda ton/orkinos yetiştiriciliği konusunda Ege ve Akdeniz’de önemli adımlar atılmıştır (Yıldırım ve Okumuş, 2004). 2002 yılından 2021 yılına kadar avcılık yolu ile yapılan balıkçılığın toplam üretim içindeki payı azalırken, yetiştiricilik yoluyla yapılan balıkçılık ise artış göstererek en yüksek artış oranı 2019 yılında % 1.19 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum denizlerden avcılık yolu ile elde edilebilecek ürün miktarının daha fazla artırılmamasından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de 2002 yılında denizlerde ve iç sularda yetiştiricilik yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 61.165 ton ve üretimdeki toplam payı % 9.74 iken, bu miktar 2017 yılında 276.502 ton ve toplamdaki payı % 43.83 olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında su ürünleri yetiştiricilik miktarı (314.537 ton) ilk kez avcılık miktarını (314.094 ton) geçerek üretimdeki toplam payı % 50.03 olmuştur. 2019 yılında yetiştiricilik miktarı (373.356 ton) artmasına rağmen üretimdeki toplam payı düşerek % 44.6 olduğu görülmüştür. Su ürünleri avcılık miktarı 2019 yılında son sekiz yılın (2012-2019) en yüksek seviyesine ulaşarak 463.168 ton olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılında su ürünleri yetiştiriciliğinin üretimdeki toplam payı % 53.63 ve 2021 yılında % 58.97 olarak gerçekleşmiştir. 2000-2017 tarihleri arasında en çok yetiştiriciliği yapılan tür alabalık iken 2018-2020 yılları arasında ülkemizde en çok yetiştiriciliği tür sırasıyla levrek, alabalık ve çipura olmuştur. 2021 yılında su ürünleri yetiştiriciliğinde % 35 ile ilk sırada alabalık, ikinci % 32.9 ile levrek ve üçüncü sırada % 28.3 ile çipura yer almaktadır. Diğer türlerde ise, 2021 yılında en çok üretilen sırasıyla 5.913 ton ile sariağz, 4.952 ton ile orkinos ve 4.585 ton ile midye takip etmektedir. 2015 yılında 3 ton olan midye üretimi sürekli artış göstererek 2021 yılında en yüksek miktara ulaşmıştır. Orkinos yetiştiriciliği 2021 yılında 4.952 ton ile en yüksek üretim miktarına ulaşmıştır (TÜİK, 2022). 2020 yılında Türkiye’de denizlerde, su ürünleri avcılığının en çok yapıldığı yer Karadeniz (% 75), su ürünleri yetiştiriciliğinin en çok yapıldığı yer ise Muğla (% 43) olmuştur (Çötel, 2021).

Türkiye’de 2021 yılında yapılan toplam 471.686 ton yetiştiriciliğinin % 35’ini, alabalık oluşturmaktadır. Alabalık yetiştiriciliği Türkiye’de toplam 68 ilde yapılmaktadır. Ülke genelinde 58 ilde toplam 1.435 milyar adet yavru üretim kapasitesine sahip 493 adet gökkuşuğu alabalığı kuluçkahanesi bulunmaktadır. Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinde Elazığ (26.500 ton; %16) ilk

sırada gelmekte, Muğla (22.000 ton; %13); Samsun (13.045 ton; %8), Trabzon (9.800 ton; %4,6) ve Şanlıurfa (7.658 ton; %4) ise Elazığ’ı takip etmektedir (Yıldırım ve Çantaş, 2022). Ayrıca iç sularda 1.735 adet, denizlerde 432 adet olmak üzere toplam 2.167 adet su ürünleri işletme faaliyet göstermekte ve iç sularda 3.185 adet, denizlerde 15.291 adet olmak üzere toplam 18.476 adet balıkçı teknesi avcılık yapmaktadır. Türkiye’de iç sularda kültür balıkçılığı yapılan balık türleri içinde yetiştiriciliği en çok yapılan alabalık olup; alabalığın ülkemizdeki iç sularda yetiştiricilikle elde edilen toplam üretim miktarı 135.732 ton ve iç su avcılığında ise en büyük pay Van Gölü havzasında avcılığı yapılan inci kefali (*Alburnus tarichi*)’e ait olup iç su avcılık miktarı 9.757 tondur (BSGM, 2021).

Doğu Anadolu Bölgesi’nde de su ürünleri, tarımsal yapı içerisinde bitkisel üretim ve hayvancılığa oranla en az gelişmiş olanıdır. Özellikle Van ve çevre iller oldukça önemli su ürünleri potansiyeline sahip olmasına rağmen, bölgedeki mevcut yetiştiricilik ve avcılık faaliyetleri hali hazırda oldukça sınırlıdır.

Van ilinin coğrafik yapısına bakıldığında %53’lük kısmını dağlar oluşturur. Kuzey kesimde Aladağ (3.255 metre) ve Tendürek (3.542 metre) Dağları Ağrı ile sınır oluşturur. Şehrin doğusunu Tendürek Dağı’ndan başlayıp Yüksekova’ya kadar devam eden İran sınırına paralel dağlar oluşturur. Bu dağların yükseltisi 2600-2700 metre civarındadır. Şehrin doğusunda ise Erek Dağı (3.204 metre) bulunur. Hoşap yakınlarında ise İspiriz Dağı (3.688 metre) bulunur ki bu dağ Van’ın en yüksek noktasıdır. Dağların en çok yoğunlaştığı alan Gevaş, Çatak, Bahçesaray ilçeleri arası olan kısımdır. Bu dağların yüksekliği yer yer 3.000 metreyi geçmektedir. İhtiyarşahap Dağları ve Artos Dağı (3.500 metre) bu bölgenin kuzeyinde bulunur. Tuşba ve Muradiye ilçeleri arası da yüksekliği fazla olmayan birçok dağ bulunmaktadır.

Kapalı bir havza olan Van Gölü Havzası’nda Van Gölü, Erçek Gölü ve çok sayıda su kaynağı (göl, gölet, baraj, akarsu vb.) bulunmaktadır. Bu havzada en önemli su kaynakları Karasu, Bendimahi, Deliçay, Zilan, Karnuç, Sapur, Güzelkonak, Engil, Memedik ve Akköprü dereleridir. Van Gölü’ne dökülen çok sayıda küçük mevsimsel akarsularda vardır. Havzada doğal olarak Erçek, Arin, Aygır, Süphan (Sultan), Nazik, Nemrut ve Turna (Keşiş) gölleri de bulunmaktadır. Ayrıca Koçköprü, Sarımehmet, Morgedik ve Zerneke baraj gölleri ile Sıhke, Dereüstü, Kurubaş, Gölalan, Şahgeldi, Dolçimen (Dolutaş), Yumruklu, Altınboğa, Ağartı, Gövelek, Dönerdere, Çubuklu, Gölegen, Morçipek ve Aşağı Tulgalı göletleri de DSİ XVII. Bölge Müdürlüğü tarafından inşa edilen yapay su kaynaklarıdır (Şen ve Atıcı, 2018).

Zilan Çayı’nda *Capoeta cosswigi*, *Alburnus tarichi*, *Oxynoemacheilus ercisianus*, *Barbus ercisianus* ve *Cyprinus carpio*, Deliçay’da *Capoeta cosswigi*, *Alburnus tarichi*, *Oxynoemacheilus ercisianus* ve *Barbus ercisianus*, Bendimahi Çayı’nda *Capoeta cosswigi*, *Alburnus tarichi*, *Oxynoemacheilus ercisianus* ve *Cyprinus carpio*, Karasu Çayı’nda *Capoeta cosswigi*, *Alburnus tarichi*, *Oxynoemacheilus ercisianus*,

*Oncorhynchus mykiss* ve *Cyprinus carpio* balık türleri bulunmaktadır (Elp vd., 2016).

Bu çalışmada, Van ilinde su ürünlerinin avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarları ile su kaynaklarına aktarılan balık miktarları ele alınarak Türkiye'deki payının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Van ilinde bulunan mevcut su kaynakları ve potansiyel durumları hakkındaki bilgiler Van DSİ XVII. Bölge Müdürlüğünden, su ürünlerinin avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarları ile su kaynaklarına aktarılan balık miktarlarına ait bilgiler ise TÜİK, BSGM ve Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğünden temin edilmiş ve değerlendirilmeler yapılmıştır.

#### Çalışma Sahası

Van İli, Doğu Anadolu'nun bölgesinde yer almaktadır. Yüzölçümü 20,921 km<sup>2</sup> olup, Türkiye yüzölçümünün % 2,6'sı kadardır. Van İlinin güneyinde Hakkari ve Siirt, doğusunda İran, kuzeyinde Ağrı, batısında ise Bitlis İli vardır. İl arazisinin ortalama olarak % 53'ü dağlık, % 33'ü yaylalar ve platolar % 24'si ise ovalar ile kaplıdır. Hoşap yakınlarında bulunan İspiriz Dağı (3,688 metre) Van'ın en yüksek noktasıdır.

Çalışma sahası, Van'ın ilçelerinde bulunan alabalık işletmeleri, inci kefali balığının yaşam alanı olan Van Gölü, Erçek Gölü ile sazan, siraz vb. balıkların bulunduğu baraj gölleri, göl, gölet ve çaylardır.

#### Su Kaynakları

Van İlinde, dünyanın en büyük gölü olan Van Gölü ile Erçek Gölü, Keşiş (Turna) Gölü, Süphan Gölü, Sıhke (Bostaniçi) Gölü, Akgöl, Değirmigöl Gölü ve irili ufaklı yaklaşık 50 adet göl ve gölet mevcuttur. Van Gölüne dökülen Zilan, Deliçay, Bendimahi, Karasu Çayı, Engil Çayı, Gevaş Çayı, Erçek Gölüne dökülen Mamedik Çayı, Dicle Nehri ile birleşen Norduz Çayı ile Müküs Çayı ve irili ufaklı yaklaşık 160 adet çay, dere ve Koçköprü, Sarımemet, Zerne ve Morgedik Barajları bulunmaktadır (Anonim, 2021a). Van Gölü sahil ilçeleri; Gevaş, Edremit, Tuşba, İpekyolu, Muradiye ve Erciş olup, denizden yüksekliği 1.700-1.750 m arasındadır.

Van ilinde bulunan su kaynakları Tablo 1'de verilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Van İli Su Kaynaklarının Kullanım Durumu

Van İli su ürünleri üretim potansiyelinin yoğun olduğu dere, çay, göl, gölet ve baraj gölleri ile kapladıkları alanlar Tablo 1'de verilmiştir. Bazı su kaynaklarının tarımsal sulamalarda kullanılmasından ve yağışlara bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde su miktarlarında azalma olmasından dolayı bu kaynaklarda yıl boyu yetiştiricilik ve avcılık açısından süreklilik sağlanmadığı düşünülmektedir. Ancak yılın belirli dönemlerinde ise bu kaynakların suyunun artması ile ticari avcılık, yetiştiricilik, olta

balıkçılığı yapılması için olanak sağlamaktadır. Van ilinde bulunan su kaynaklarından Van Gölü ve Erçek Gölü inci kefali (*Alburnus tarichi*) ve Sarımemet, Koçköprü, Zerne Baraj Gölleri ise sazan (*Cyprinus carpio*) ve siraz (*Capoeta capoeta*) ticari avcılığı yapılmaktadır. Zerne, Sarımemet Baraj Göllerinde ağ kafeslerde ve bazı su kaynaklarında ise karada kurulu işletmelerde alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca, göl, gölet, baraj gibi su kaynaklarında amatör balıkçılıkta yapılmaktadır.

**Tablo 1.** Van İli'nde bulunan bazı su kaynakları (Anonim, 2021c)

No	Kaynağın Adı	Bulunduğu İlçe	Yüzey Alanı (ha)
1	Van Gölü	-	375.500
3	Erçek Gölü	İpekyolu	11.200
4	Sıhke Gölü	İpekyolu	161
5	Elaçmaz Göleti	Gürpınar	43
6	Turna (Keşiş) Gölü	Gürpınar	615
7	Kaz Gölü	Çaldıran	5
8	Hıdırmenceş Gölü	Çaldıran	95
9	Yumruklu Göleti	Özalp	40
10	Aşağı Tulgalı Göleti	Özalp	9
11	Emek Göleti	Özalp	4
12	Dönerdere Göleti	Özalp	25
13	Dolutaş Göleti	Özalp	126
14	Değirmigöl Göleti	Özalp	78
15	Altınboğa Göleti	Özalp	16
16	Hasantimur Göleti	Özalp	82
17	Morçişek Göleti	Özalp	19
18	Çubuklu Göleti	Özalp	13
19	Hazine Göleti	Özalp	3
20	Meydanboğazı Göleti	Erciş	180
21	Morgedik Barajı	Erciş	865
22	Zerne Barajı	Gürpınar	478
23	Sarımemet Barajı	Muradiye	874
24	Koçköprü Barajı	Erciş	636
25	Akgöl (Tuzlu)	Özalp	510
26	Gövelek (Ermanis) Göleti	İpekyolu	74
27	Süphan Gölü	Çaldıran	180
28	Çaçan Göleti	Saray	15
29	Kazlı Göl	Saray	7
30	Oymaklı Göleti	Saray	11
31	Sırımlı Göleti	Saray	21
32	Sağmal Göleti	Özalp	14
33	Karasu Çayı	Tuşba	130
34	Deliçay	Erciş	45
35	Zilan Çayı	Erciş	130
36	Bendimahi Çayı	Muradiye	90
37	Engil Çayı	Edremit	138
38	Norduz Çayı	Gürpınar	145
39	Mamedik Çayı	Erçek	60
40	Güzelkonak Çayı	Gevaş	13

### Van İli Su Ürünleri Üretim Potansiyeli ve Türkiye'deki Payı

Van ilinde su ürünlerinin avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarları ile su kaynaklarına aktarılan balık miktarları ele alınarak Türkiye iç sularındaki payının belirlenmesi amacıyla TÜİK, BSGM ve Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü verilerinden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler ile su ürünleri üretimi avcılık, yetiştiricilik ve balıklandırma şeklinde üç başlık halinde belirtilmiştir.

#### Avcılık

Van ilinde 5 adet avlak sahası mevcut olup, bu avlak sahalarının 4 adedi (Erçek Gölü, Sarımemet, Koçköprü ve Zerne Baraj Gölleri) kiraya verilerek, Van Gölü ise kiraya verilmeksizin ticari avcılığa açılmıştır. Avlak sahalarından Van Gölü ve Erçek Gölünde inci kefalı avcılığı, Sarımemet, Koçköprü ve Zerne Baraj göllerinde ise sazan ve siraz avcılığı yapılmaktadır. Ayrıca, göl, gölet, baraj gibi su kaynaklarında amatör avcılıkta yapılmaktadır.

Van ilinde su ürünleri avcılığı yapan balıkçı teknelerin yanaştığı 13 adet balıkçı kıyı yapısı mevcut olup, bu

yapılarda toplam 80 adet balıkçı teknesi faydalanmaktadır (Tablo 2).

Van ilindeki balıkçı teknelerin en çok faydalandığı kıyı yapıları sırasıyla, Dereğazi, Çitören ve Yeşilsu kıyı yapılarıdır. Altınsaç ve Dağönü balıkçı kıyı yapılarında balıkçı teknesi yanaşmadığı görülmektedir. Altınsaç kıyı yapısı Van İl ve Gevaş ilçe merkezlerine ve pazar yerlerine uzak olduğundan, Dağönü kıyı yapısının ise balıkçı teknelerine hizmet verebilecek yeterli alt ve üst yapıya sahip olmadığından dolayı balıkçılar tarafından pek tercih edilmemektedir. 12 adet tekne kapasitesine sahip olan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi tekne barınma yerinde 1 adet balıkçı teknesi ve 1 adet üniversiteye ait araştırma gemisinden devamlı olarak yararlanmaktadır. Ancak, kurak geçen dönemlerde Van Gölü suyunun çekilmesi ile birlikte kıyı yapıları içerisindeki suların azalmasından ve ortaya çıkan taşlık, kayalıklardan dolayı bağlı oldukları kıyı yapılarına yanaşamayan balıkçı tekneleri, bu dönemlerde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi tekne barınağına yanaşmaktadır (Anonim, 2021b).

Van ilinde avcılık yapan kayıtlı balıkçı teknelerinin Türkiye'deki payı Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 2.** Van ili balıkçı kıyı yapıları envanteri (Anonim, 2021b)

No	İl	İlçe	Balıkçılık Yapısı	Kıyı Niteliği	Tekne Sayısı
1	Van	Edremit	Edremit	Balıkçı Barınağı	6
2	Van	Erciş	Gölağzı	Tekne Barınağı	6
3	Van	Gevaş	Altınsaç	Tekne Barınağı	1
4	Van	Gevaş	Dereğazi	Balıkçı Barınağı	22
5	Van	Gevaş	Gevaş	Tekne Barınağı	3
6	Van	Gevaş	İnköy	İskelesi	1
7	Van	Gevaş	Yarımada	Tekne Barınma Yeri	6
8	Van	İpekyolu	Erçek	Doğal Barınma	2
9	Van	Tuşba	Çitören	Tekne Barınağı	13
10	Van	Tuşba	Dağönü	Doğal Barınma	5
11	Van	Tuşba	Yaylıyaka (Adır)	Tekne Barınağı	8
12	Van	Tuşba	Yeşilsu	Tekne Barınma yeri	6
13	Van	Tuşba	Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Tekne Barınma Yeri	1
Toplam					80

Türkiye'de 2021 yılında içsu avcılık için ruhsat alan 10 m altındaki gemilerin oranı % 85.08'dir. Bu durum, içsu balıkçı filosunun çoğunlukla küçük ölçekli balıkçı gemilerinden oluştuğunu göstermektedir. Van Gölü'nde avcılık için kayıt alan 12 m ve üstü gemilerin oranı % 70'tir. Van Gölü diğer iç sulara göre daha büyük yüzey alan ve derinliğe sahip olduğundan balıkçı tekne boyları, diğer iç sulara göre kullanılan balıkçı tekne boylarına göre daha büyük olduğu tahmin edilmektedir. Van Gölünde avcılık yapan balıkçı teknelerinin boyları ağırlıklı olarak

12 m üstüdür. İkinci sırada 10.00-11.99 m boylarındaki tekneler takip etmektedir (Tablo 4). Balıkçı teknelerinde 80 gemi kaptanı ve 166 çalışan olmak üzere yaklaşık 247 kişiye direkt istihdam sağlamakla beraber, dolaylı olarak lokanta, restoran, toptancı, perakendeci, tekne imalatçısı, nakliyecisi, bu işlerle ilgili malzeme satan fabrikalar vb. yerlerde de istihdam sağlamaktadır. İhtiyaç duyulan iş gücü yörede bulunan bölgelerden tedarik edilebilmektedir. Gemi Kaptanı belgesini ise balıkçının kendisi ya da balıkçı teknesini kullanacak çalışanı, Bitlis ili Tatvan ilçesinde

bulunan Liman Başkanlığının açmış olduğu kurslara ve sınavlara katılarak almaktadırlar. Avlanan inci kefali, sazan ve siraz balıkları taleplere bağlı olarak çoğunlukla taze, tuzlanmış, dondurulmuş, şoklanmış olarak iç piyasa ve çevre illere satışları yapılmaktadır.

Van Gölü havzasında avcılık yapan Van iline kayıtlı balıkçı tekneleri ve avcılık miktarlarının Türkiye'deki payı Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Van ilinde kayıtlı balıkçı teknelerinin Türkiye'deki payı (Anonim, 2021b)

Gemi Boyu	Türkiye'de İçsu Balıkçı Tekne Sayısı	Tekne Oranı (%)	Van'da Balıkçı Tekne Sayısı	Tekne Oranı (%)	Van'ın Türkiye'deki Payı (%)
0-4.99	398	12.50	0	0	0
5-7.99	2.312	72.59	0	0	0
8.00-9.99	391	12.27	7	8.75	1.79
10.00-11.99	22	0.69	17	21.25	77.27
12.00-19.99	62	1.95	56	70.00	90.32
Toplam	3.185	100	80	100	2.51

**Tablo 4.** Yıllar itibariyle Türkiye ve Van'daki kayıtlı balıkçı tekne sayısı ve avcılık miktarı (BSGM, 2021; TÜİK, 2021; Anonim, 2021b)

Yıl	Van'da Tekne Sayısı	Türkiye'de İçsu Tekne Sayısı	Van'ın Payı (%)	Van'da İçsu Avcılık (Ton)	Türkiye'de İçsu Avcılık (%)	Van'ın Payı (%)
2013	95	3.232	2,94	8.600	35.074	24.52
2014	93	3.065	3,03	8.310	36.134	23.00
2015	92	2.922	3,15	8.850	34.176	25.89
2016	90	2.831	3,20	9.950	33.856	29.39
2017	86	2.811	3,06	9.830	32.145	30.58
2018	87	2.783	3,12	9.945	30.139	33.00
2019	83	2.757	3,01	10.050	31.596	31.65
2020	82	2.740	3,00	9.022	33.119	27.24
2021	80	3.185	2,51	9.757	33.140	30.63
Ortalama	88	2.925±189	3.00±0.21	9.368±671	33.264±1.821	28.43±3.43

2013-2021 yılları arasında Türkiye'nin toplam içsu avcılığının % 28.43 gibi önemli bir kısmını Van ilinde yapılan avcılık oluşturmaktadır. Van ili içsu avcılığında, inci kefali balığının etkisiyle son 9 yılın verilerine göre Türkiye birincisi olarak yerini almıştır. Van ilinde içsu avcılığı en fazla 2019, en az ise 2014 yılında, Türkiye'de ise en fazla 2014, en az 2018 yılında gerçekleşmiştir. Van ilinin iç su avcılık miktarının Türkiye'deki payı en fazla 2018 yılında, en az ise 2014 yılında gerçekleşmiştir. Türkiye ve Van ilinde içsu balıkçı tekne sayılarında yıllar itibari ile sürekli bir düşüş, avcılık miktarında ise düzensiz azalma ve artışların olduğu görülmüştür. Bu durumun, denizlerde 2002 yılında filoya yeni gemi girişi tamamen durdurulmuş olması (TAGEM, 2019), iptal olan veya yenilenmeyen gemi ruhsat sayıları, içsularındaki av baskısı, mevsimsel şartlar, avlanan gün sayısı, kullanılan

ağların sayısı, avcılığa açılan ve kapatılan istihsal alanları, avcılıkta konulan kota miktarları vb. sebeplerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Van ilinde yıllar itibarı ile kayıtlı balıkçı tekne sayısının Türkiye'deki payı %3.00 olmasına rağmen avcılık miktarındaki payı %28.43 olarak görülmüştür. Bu durumun, Van Gölü'nün su kütlesi Türkiye'deki diğer iç sulara göre daha büyük, stok miktarının fazla olması ve avcılıkta daha büyük tekneler kullanılmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

#### Yetiştiricilik

Van ilinde su ürünleri olarak sadece gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Van ilinde alabalık yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Çatak ve Gürpınar ilçelerinde kurulu alabalık işletmelerin kapasiteleri 10 ton/yıl ve 250 ton/yıl değerleri arasında yer almaktadır. İşletmelerin çoğu

küçük aile işletmeleri şeklinde olup, gökkuşuğu ve kırmızı benekli alabalık yetiştiriciliği yapılmaktadır (Tablo 5). Van ilinde alabalık işletmelerinin ağırlıklı olarak kurulduğu bölgeler şehirden uzak, ulaşımı zor, sosyal aktiviteler ve barınma yerleri olmadığından dolayı işletmeler teknik eleman bulmada zorluklar yaşamaktadırlar. İşletmelerde çalışacak işçiler çevredeki bölgelerden tedarik edilebilmektedir. Teknik eleman talepleri ise ildeki su ürünleri fakültesi ve diğer su ürünleri fakültelerinden mezun olanlardan karşılanmaktadır. Çoğunlukla satışlar

taleplere bağlı olarak üreticiden perakende veya toptan satış yerlerine taze alabalık şeklinde yapılmakta olup, perakendeci ve toptancıdan tüketiciye taleplere bağlı olarak taze alabalık, şoklanmış, temizlenmiş buzlanmış şeklinde yapılmaktadır. Van ilinde bulunan alabalık işletmeleri birçok kişiye direkt istihdam sağlamakla beraber, lokanta, restoran, toptancı, perakendeci, nakliyecisi, bu işlerle ilgili malzeme satan fabrikalar vb. yerlerde de istihdam sağlamaktadır.

**Tablo 5.** Van ilinde kayıtlı alabalık işletme sayısı ve kapasiteleri (Anonim, 2023)

İlçe	Alabalık		Yavru Alabalık		Barajlar	
	İşletme (Adet)	Kapasite (Ton/yıl)	İşletme (Adet)	Kapasite (Adet/yıl)	İşletme (Adet)	Kapasite (Ton/yıl)
Gevaş	3	29	1	10.500.000	-	-
Çatak	14	1.006	5	16.000.000	-	-
Gürpınar	12	1.856	2	6.000.000	5	1.253
Bahçesaray	2	49	-	-	-	-
Edremit	1	10	-	-	-	-
Muradiye	4	937	-	-	3	910
Erciş	1	29	-	-	-	-
Başkale	1	20	-	-	-	-
İpekyolu	1	14	-	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>39</b>	<b>3.950</b>	<b>8</b>	<b>32.500.000</b>	<b>8</b>	<b>2.163</b>

Van ilinde 2023 yılında, 31 adet karada kurulu işletmelerde ve 8 adet baraj göllerinde kurulu ağ kafes işletmelerinde olmak üzere toplam 39 adet işletmede alabalık yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunların projedeki toplam kapasiteleri 3.950 ton/yıl olmasına rağmen, mevsimsel olarak kış aylarının ve yağışların farklılık göstermesi, girdi fiyatlarındaki değişkenlik göstermesi, üretime ara verilmesi gibi nedenlerden dolayı üretim miktarı sürekli değişkenlik göstermektedir. Alabalık yetiştiriciliği yapan işletme sayısı özellikle Çatak ve Gürpınar ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. Çatak ilçesinde 14 adet, Gürpınar ilçesinde 12 adet işletme mevcuttur. Su ürünleri üretim bakımında ise Çatak, Gürpınar ve Muradiye ilçeleri ön plana çıkmaktadır. Çatak ilçesinde bulunan alabalık işletmelerinin kapasitesi 1.006 ton/yıl ve 16.000.000 yavru alabalık adet/yıl, Gürpınar ilçesinde, 1.856 adet yıl ve 6.000.000 yavru alabalık adet/yıl ve Muradiye ilçesinde 937 ton/yıl'dır. Muradiye ilçesinde bulunan alabalık işletme sayısının (4 adet), Çatak ilçesinde bulunan işletme sayısına (14 adet) oranı 2/7 olmasına rağmen, üretim miktarı oranının 9/10 olması, Muradiye ilçesinde bulunan Sarımemet Baraj Gölü'nde kurulu ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapan büyük kapasiteli işletmelerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Van ilinde alabalık üretiminin %55'i barajlarda ağ kafeslerde, %45'i ise karada kurulu işletmelerde gerçekleşmektedir.

Van ilinde 3 farklı ilçede bulunan 8 adet yavru alabalık işletmesinin toplam kapasitesi ise 32.500.000 adet/yıldır.

Türkiye içsularda alabalık işletme sayıları 2015 yılından 2019 yılına kadar sürekli düşmesine rağmen, alabalık yetiştiricilik miktarı 2015 yılından 2021 yılına kadar sürekli artış göstererek en fazla üretim 2021 yılında gerçekleşmiştir. Van ilinde ise 2015 yılı hariç diğer yıllarda alabalık işletme sayıları sürekli düşmesine rağmen, alabalık üretim miktarının 2014 yılından itibaren 2018 yılına kadar düzenli bir şekilde artarak en fazla üretim miktarı 2018 yılında gerçekleşmiştir.

Van ilin de bulunan alabalık işletme sayısının 2013-2021 yılları arasında Türkiye'deki payı % 2.23±0.06 (41±3 adet) olmasına rağmen alabalık üretiminde % 2.14±0.45 (2.399±387 ton) paya sahiptir. Van ilinde bulunan alabalık işletme sayılarının Türkiye'deki payı en fazla 2013 yılında % 2.32 (45 adet), en az 2019 yılında % 2.13 (37 adet) gerçekleşmiştir. Su ürünleri üretim miktarı payı ise en fazla 2018 yılında % 2.99 (3.140 ton) ve en az 2021 yılında % 1.62 (2.201 ton) gerçekleşmiştir. Van ilinin Türkiye'deki su ürünleri işletme ve üretim payının sürekli farklılık göstermesi, kapanan ve yeni açılan tesisler, üretim miktarlarında meydana gelen artmalar-azalmalar, üreticilerin üretime ara vermesi, tesis kapasitelerinin revize edilmesi, kuraklık, iklim koşulları vb. nedenlerin etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Van ili alabalık



yetiştiriciliğinde 2020 yılında Türkiye 22.'si ve 2021 yılında 26.'sı olarak yer almaktadır (BSGM, 2021).

Türkiye'de iç sularda gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapan 0-50 ton/yıl kapasiteli işletme sayısı % 66.41, Van ilinde ise % 52.63'dir. Bu durum, Türkiye ve Van'daki içsularda alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin çoğunlukla küçük ölçekli aile işletmeleri olduğunu

göstermektedir. Van'da ikinci sırada 101-250 ton/yıl kapasiteli işletmeler yer almaktadır. Van'da 500 ton/yıl ve üzeri kapasiteli işletme bulunmamaktadır. Bu durum, coğrafi ve iklim şartlarından, pazarlama durumlarının yetersiz olmasından, işletmelerin işgücü ve teknik eleman tedarik konusunda zorluk yaşanmasından kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

**Tablo 6.** Yıllar itibariyle Türkiye ve Van'daki kayıtlı alabalık işletme sayıları ve gökkuşuğu alabalığı yetiştiricilik miktarları (TÜİK, 2021; BSGM, 2021; Anonim, 2021b)

Yıl	Van'da Alabalık Yetiştiriciliği		Türkiye'de İçsu Alabalık Yetiştiriciliği		Van'ın Türkiye'deki Payı	
	İşletme (Adet)	Üretim Miktarı (ton/yıl)	İşletme (Adet)	Üretim Miktarı (ton/yıl)	İşletme (%)	Üretim Miktarı (%)
2013	45	2.049	1.935	122.873	2.32	1.66
2014	43	1.950	1.945	107.983	2.21	1.80
2015	44	2.034	1.950	101.166	2.25	2.01
2016	43	2.374	1.901	101.297	2.26	2.34
2017	40	2.683	1.881	103.705	2.15	2.58
2018	39	3.140	1.860	104.887	2.18	2.99
2019	37	2.530	1.693	116.053	2.13	2.18
2020	38	2.630	1.707	126.101	2.24	2.08
2021	38	2.201	1.735	135.732	2.29	1.62
Ortalama	41±3	2.399±387	1.845±99	113.311±12.493	2.23±0.06	2.14±0.45

**Tablo 7.** Kapasite bakımından Türkiye ve Van'daki alabalık işletmelerin sayıları (BSGM, 2021; Anonim, 2021b)

İşletme Kapasiteleri	Türkiye'de İçsu İşletme Sayısı	İşletme Oranı (%)	Van'da İşletme Sayısı	İşletme Oranı (%)	Van'ın Türkiye'deki Payı (%)
0-50	1.101	66.41	20	52.63	2.00
51-100	112	6.75	5	13.16	4.46
101-250	220	13.27	11	28.95	5.00
251-500	126	7.60	2	5.26	1.59
501-1.000	97	5.85	0	0	0
1.000>	2	0.12	0	0	0
Toplam	1.658	100	38	100	2.29

### Balıklandırma

Su kaynaklarında ekolojik ve ekonomik olarak meydana gelen değişimler; balık stoklarında azalma, üreme başarı oranının düşmesi, değerli olan türlerin yok olması ve verimliliğin düşmesidir. Zarar gören balık popülasyonlarının ıslahı, yeni yapılan göl, gölet baraj vb. yapılarda popülasyonların oluşturulması, tür çeşitliliğinin

arttırılması ve mevcut türler arasındaki ekolojik denge veya uyumun kurulabilmesi için su kaynakları balıklandırılmaktadır.

Bu kapsamda, Van ilinde yıllar itibari ile balıklandırılan su kaynakları ve Türkiye'deki payı Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Yıllar itibariyle Türkiye ve Van'da yapılan balıklandırma miktarı (BSGM, 2021; Anonim, 2021b)

Yıl	Tür	Van		Türkiye		Van'ın Payı	
		Su Kaynağı (Adet)	Balıklandırma (adet/yıl)	Su Kaynağı (Adet)	Balıklandırma (adet/yıl)	Su Kaynağı (%)	Balıklandırma (%)
2013	Sazan	-	-	554	4.250.000	-	-
2014	Sazan	-	-	328	4.030.000	-	-
2015	Sazan	-	-	378	3.500.000	-	-
2016	Sazan	-	-	541	5.000.000	-	-
2017	Sazan	-	-	591	6.085.000	-	-
2018	Sazan	-	-	686	6.000.000	-	-
2019	Sazan	17	250.000	787	6.168.000	2.16	4.05
2020	Sazan	12	180.000	833	6.691.150	1.44	2.69
2021	Sazan	14	1.200.000	1.011	54.018.450	1.38	2.22
Toplam		43	1.630.000	2.631	66.877.600	1.67	2.44

Van ilinde son 3 yılda 43 adet su kaynağına Tarım ve Orman İl Müdürlüğü tarafından 1.630.00 adet sazan balığı aşılanmıştır. Van ilinde birçok su kaynağı mevcut olup, bunların bir kısmı mevsimsel olarak kurduğundan dolayı balıklandırmaya uygun olmadığı tespit edilmiştir. Van ilinde balıklandırılan su kaynağı Türkiye'deki payı %1.67 olmasına rağmen balıklandırılan balık miktarında %2.44 paya sahiptir. Van ilinde balıklandırılan kaynak sayısı ve balık miktarının Türkiye'deki payında yıllar itibari ile düşüş gözlenmektedir. Bu durumun, Türkiye'de popülasyonu zarar gören ve yeni yapılan göl, gölet ve baraj sayılarındaki artışların Van iline oranla daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Sonuç

2013-2021 yılları arasında ortalama Van ilinin Türkiye iç sularındaki, alabalık işletme sayısı oranı % 2.23, alabalık yetiştiricilik oranı % 2.14 (Tablo 6), balıkçı tekne sayısı oranı % 3.00, su ürünleri avcılık miktarı % 28.43 (Tablo 4) balıklandırma yapılan su kaynakları sayısı % 1.67, su kaynaklarına aktarılan balık miktarı % 2.44 (Tablo 8) ve toplam su ürünleri üretim miktarı % 7.65 olarak tespit edilmiştir.

Van ilinde avcılık miktarının tamamına yakını inci kefali balığı oluşturmaktadır. İnci kefali balıkları anadrom oldukları için bahar aylarında üremek için tatlı sulara göç etmektedirler. Bu durum kaçak avcılar için bir fırsat hali oluşturmaktadır. Ayrıca, tarımsal arazilerin sulama döneminde suyun çiftçiler tarafından kullanılması nedeniyle göç yolundaki su miktarının aşırı azalması ya da tamamen kuruması nedeniyle göçe giden balıklar ve yumurtaları zarar görmektedirler. Bu nedenle, üreme döneminde alınacak koruma önlemleri ve üreme dönemi boyunca, göçe giden balıkların ve yumurtaların yaşamını sürdürebilmesi için can suyunun üreme alanlarına

(Deliçay, Zilan, Bendimahi, Karasu, Engil, Gevaş, Güzelkonak Çayları, Akköprü ve Kurubaş dereleri ile Van ve Erçek Göllerine dökülen diğer su kaynakları) verilmesi ile göç yolculuğu daha rahat geçeceğinden dolayı inci kefali stok miktarının olumlu yönde etkileneceği düşünülmektedir.

Van ili zengin su kaynakları nedeni ile gökkuşağı alabalık yetiştiriciliği konusunda cazip illerden biridir. Ancak yüksek rakım zorlu arazi şartları ve uzun geçen kış şartları alabalık yetiştiriciliği yapmayı zorlaştırmaktadır. Alabalık yetiştiricilik tesislerinin büyük bir kısmı şehir merkezinden uzak dağlık alanlarda kurulu olduğundan ve barınma yeri ve sosyal aktivite sınırlı olması sebebiyle, üretimi artıracak, teknolojik gelişmeleri üreticiye tanıttak teknik mühendis bulundurma zorlaşmaktadır. Ayrıca başta yem olmak üzere girdilerin pahalı ve sürekli fiyatların değişken olması, pazar yerlerine uzak olması, soğuk hava zincirinin olmaması gibi durumlar üreticiyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı, alabalık yetiştiriciliği miktarında sürekli artma-azalma gibi durumlar ortaya çıkarmaktadır. Suyun debisine ve kalitesine göre yetiştiricilik modelinin geliştirilmesi gerekmektedir. Van ilinde alabalık yetiştiriciliğinde var olan potansiyelin yeteri kadar kullanıldığı söylenemez. Van ilinde bulunan kuluçkahanelerin toplam yavru kapasitesi 32.500.000 adet/yıldır. En iyi şartlarda 2 yavrudan bir tanesi porsiyonluk ağırlığa geldiğinde 4.060 ton/yıl alabalık üretime ulaşabildiği, bu ise yıllık üretilen alabalık miktarının yaklaşık 2 katı üretilebilir demektir. Bu durumun gerçekleşebilmesi ve su ürünleri potansiyelinin istenilen düzeyde artabilmesi için, Van'da bulunan tüm su kaynaklarının incelenerek su ürünleri açısından uygun olan kaynakların belirlenmesi, yeni teknolojik gelişmelerin üreticilere tanıtılması, su ürünlerine yönelik eğitim çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Van ilinde bulunan su kaynakları güzel bir şekilde

değerlendirilmesi durumunda, yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen balık üretim miktarı hedeflerin üzerine çıkabileceği tahmin edilmektedir.

### Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

### Kaynaklar

Anonim (2021a). *Devlet Su İşleri XVII. Bölge Müdürlüğü/Van*. Erişim tarihi: 22.08.2021, <https://bolge17.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1204>.

Anonim (2021b). *Su Ürünleri Bilgi Sistemi/Tarım ve Orman Bakanlığı*. Erişim tarihi: 22.08.2021, <https://hbsapp.tarbil.gov.tr/Default.aspx>.

Anonim (2021c). Van İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü. 2022, Van.

Anonim (2023). *Su Ürünleri Bilgi Sistemi/Tarım ve Orman Bakanlığı*. Erişim tarihi: 07.04.2023, <https://hbsapp.tarbil.gov.tr/Default.aspx>.

BSGM (2021). Su Ürünleri İstatistikleri. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Chapra, S. C. (1997). *Surface Water Quality Modeling*, McGraw-Hill Inc.

Çötel, F. (2021). Ürün Raporu: Su Ürünleri. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Tepge Yayın No: 338.

Elbek, A.G. (1981). Ege bölgesinde tatlısu ürünleri üreten işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. Doktora tezi. EÜ Ziraat Fakültesi Ziraat Ekonomisi ve İşletmeciliği Bölümü, İzmir.

Elp, M., Atıcı, A. A., Şen, F., & Duyar, H. A. (2016). Van gölü Havzası balıkları ve Yayılım Bölgeleri. *YYU Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 563-568.

TAGEM (2019). Su Ürünleri Sektör Politika Belgesi. 2019-2023. Erişim tarihi: 03.05.2023, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Su%20C3%9Cr%20Sekt%20Politika%20Belgesi%202019-2023.pdf>

Sağlam, N., Özdemir, Y., & Sarıyüboğlu, M. (2008). Elazığ Su Ürünleri Sektörü (Bugünü, Geleceği ve Bazı Fizibilite). T.C. Elazığ Valiliği. Elazığ, 269s.

Sekin, S. (1996). Dünya Tatlı Su Rezervlerinin Coğrafi Dağılımı. *Türk Coğrafya Dergisi*, s. 31.

Şahin, Y. (2011). AB ve İş Dünyası, Balıkçılık Sektör, İktisadi Kalkınma Vakfı. (38):3.

Şen, F., & Atıcı, A.A. (2018). Van Gölü Havzası Su Kaynakları ve Özellikleri. 1. Uluslararası Mersin

Sempozyumu, Mersin, Türkiye, 1 - 03 Kasım 2018, cilt.0, sa.0, ss.289.

TÜİK (2021). *Su Ürünleri İstatistikleri/Türkiye İstatistik Kurumu/Ankara*, 45745s. Erişim tarihi: 22.08.2021, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>.

TÜİK (2022). *Su Ürünleri İstatistikleri/Türkiye İstatistik Kurumu/Ankara*, 45745s. Erişim tarihi: 11.04.2022, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>.

Yıldırım, Ö., & Çantaş, İ.B. (2022). Türkiye’de Gökkuşluğu Alabalığı Yetiştiriciliğinin Üretim ve Ekonomik Göstergelerinin İncelenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, E-ISSN: 2651-5474 18(4), 461-474.

Yıldırım, Ö., & Okumuş, İ. (2004). Muğla İlinde Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Türkiye Su Ürünleri Yetiştiriciliğindeki Yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3), 361-364.



RESEARCH ARTICLE

**Population Dynamics of Seabreams (*Pagrus caeruleostictus*, *Pagellus bellottii*, *Dentex angolensis* and *Dentex congoensis*) from the Coast of Ghana, West Africa**

Samuel K.K. Amponsah<sup>1\*</sup>, Berchie Asiedu<sup>1</sup>, Nii Commey Amarquaye<sup>2</sup>, Emmanuel Ofori-Boateng<sup>1</sup>, Nana Ama B. Afranewaa<sup>1</sup>, Samuel Henneh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries and Water Resources, University of Energy and Natural Resources, Box 214, Sunyani, Ghana  
<sup>2</sup>Department of Fisheries and Water Resources, University of Energy and Natural Resources, Box 214, Sunyani, Ghana  
<sup>3</sup>Department of Marine and Fisheries Sciences, University of Ghana, Legon, Ghana  
<sup>4</sup>Department of Fisheries and Water Resources, University of Energy and Natural Resources, Box 214, Sunyani, Ghana  
<sup>5</sup>Department of Fisheries and Water Resources, University of Energy and Natural Resources, Box 214, Sunyani, Ghana  
<sup>6</sup>Department of Fisheries and Water Resources, University of Energy and Natural Resources, Box 214, Sunyani, Ghana

<https://orcid.org/0000-0001-5559-3139>  
<https://orcid.org/0000-0002-9879-718X>  
<https://orcid.org/0000-0002-9139-0379>  
<https://orcid.org/0000-0002-8669-2065>  
<https://orcid.org/0000-0002-5653-5317>  
<https://orcid.org/0000-0002-0054-8514>

Received: 08.01.2023 / Accepted: 09.05.2023 / Published online: 04.07.2023

**Key words:**

Seabreams  
Growth parameters  
Mortality parameters  
Fisheries management

**Abstract:** Stock assessment indicators of *Pagrus caeruleostictus*, *Pagellus bellotti*, *Dentex angolensis* and *Dentex congoensis* from Ghana's coastal waters were estimated between July 2018 and June 2019. Total length measurements of 2489 samples were collected from some selected coastal communities along the Greater Accra region of Ghana and analyzed using FISAT II Tool. The asymptotic length ( $L_{\infty}$ ) for *P. caeruleostictus*, *P. bellottii*, *D. angolensis* and *D. congoensis* was 39.9 cm, 31.5 cm, 31.5 cm and 28.4 cm, respectively. The growth rate (K) was 0.18 yr<sup>-1</sup> for *P. caeruleostictus*, 0.36 yr<sup>-1</sup> for *P. bellottii*, 0.75 yr<sup>-1</sup> for *D. angolensis* and 0.83 yr<sup>-1</sup> for *D. congoensis*. The current exploitation rate (E) for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis* was above the optimum level of 0.5, indicating that these species are facing high fishing pressure. To ensure sustainable management of the overexploited fish species, the need for relevant management measures such extension of the closed fishing season, reduced fishing effort and others are urgently required.

**Anahtar kelimeler:**

Mercan balıkları  
Büyüme parametreleri  
Ölüm parametreleri  
Balıkçılık yönetimi

**Batı Afrika, Gana Kıyılarında Mercan Balıklarının (*Pagrus caeruleostictus*, *Pagellus bellottii*, *Dentex angolensis* ve *Dentex congoensis*) Popülasyon Dinamikleri**

**Öz:** Gana'nın kıyı sularından *Pagrus caeruleostictus*, *Pagellus bellotti*, *Dentex angolensis* ve *Dentex congoensis*'in stok değerlendirme göstergeleri Temmuz 2018 ile Haziran 2019 arasında tahmin edilmiştir. Gana'nın Greater Accra bölgesi boyunca seçilmiş bazı kıyı topluluklarından 2489 bireyin uzunluk ölçümleri toplanmış ve FISAT II programı kullanılarak analiz edilmiştir. *P. caeruleostictus*, *P. bellottii*, *D. angolensis* ve *D. congoensis* için asimptotik uzunluk ( $L_{\infty}$ ) sırasıyla 39.9 cm, 31.5 cm, 31.5 cm ve 28.4 cm idi. Büyüme oranı (K) *P. caeruleostictus* için 0.18 yıl<sup>-1</sup>, *P. bellottii* için 0.36 yıl<sup>-1</sup>, *D. angolensis* için 0.75 yıl<sup>-1</sup> ve *D. congoensis* için 0.83 yıl<sup>-1</sup> idi. *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* ve *D. congoensis* için mevcut yararlanma oranı (E), bu türlerin yüksek avcılık baskısıyla karşı karşıya olduğunu gösteren optimum seviye olan 0,5'in üzerindeydi. Aşırı avlanan balık türlerinin sürdürülebilir yönetimini sağlamak için, kapalı balıkçılık sezonunun uzatılması, avlanma çabalarının azaltılması ve benzeri yönetim önlemlerine acilen ihtiyaç duyulmaktadır.

**Introduction**

The family Sparidae, which is also known as seabreams, is a member of the Perciformes order (Khalaf-Allah et al., 2016). In the Atlantic, Indian, and Pacific oceans in tropical and temperate latitudes, seabreams are rarely seen in brackish or freshwater (Khalaf-Allah et al., 2016; Parenti, 2019). They have an oval body with a well-compressed and elevated back. The teeth forms serve as the primary means

of identification (Nelson, 1994). Sparid fishes are omnivorous, they eat seaweed and invertebrates (Parenti, 2019). As predators, they regulate how well the coastal environment functions. In 2014, they contributed 6703 tonnes of fishing catch (EUMOFA, 2015; FAO, 2015). In Europe and Africa, seabreams are valuable both ecologically and economically. From the coast of West

\*Corresponding author: [samuelpamponsah09@gmail.com](mailto:samuelpamponsah09@gmail.com)

**How to cite this article:** Amponsah, S.K.K., Asiedu, B., Amarquaye, N. C., Ofori-Boateng, E., Afranewaa, N.A., & Henneh, S. (2023). Population dynamics of Seabreams (*Pagrus caeruleostictus*, *Pagellus bellottii*, *Dentex angolensis* and *Dentex congoensis*) from the coast of Ghana, West Africa. COMU J. Mar. Sci. Fish, 6(1): 24-32. doi:10.46384/jmsf.1231226

Africa, species of the Sparidae family including *P. caeruleostictus* and *P. bellottii* are known to be overexploited (Konoyima and Seisay, 2021; Kouame et al., 2020). According to Nunoo et al. (2014), seabreams are one of the marine demersal species that are economically significant in Ghana. Seven species of seabreams, including *Dentex congoensis*, *Dentex angolensis*, *Dentex canariensis*, *Dentex gibbosus*, *Pagellus bellottii*, *Pagrus caeruleostictus* and others, have been identified from Ghana out of the approximately 30 genera and 115 known species (Edwards et al., 2001; Nelson et al, 2016). Although they are highly-priced, seabreams are an important food fish that are frequently consumed by low-income households in disadvantaged urban regions in Ghana (USAID, 2009). In Ghana, seabreams are mostly harvested using artisanal fishing gears such as set gillnets, beach seines, hooks and lines, and long lines (Edwards et al., 2001). Despite the huge economic and ecological importance of seabreams, there are surprisingly few studies done on the dynamics of their population such as growth and mortality parameters. These include findings from studies such as Asabere-

Ameyaw, (1996); Amponsah et al, (2016); \*Lazar, (2017); and Clotley (2020). Given the importance of these species to food security and the economic well-being of dependent fishing households, this paper aimed at providing more scientific evidence to complement already existing studies by researchers (e.g.Kouame et al. 2020) in other countries for the sustainable management of the assessed species in the sub-Saharan West Africa.

## Material and Methods

### Study area

The study focused on five important fishing communities along the Greater Accra region of Ghana. These are Kpone, Prampram, Tema, Sakumono and Nungua as shown in Figure 1. Sampling sites were selected based on a two-stage sampling criterion that included geographical isolation and the level of fishing activities. These sampling locations are noted for fishing with fishing activities contributing over 50% as a primary occupation.

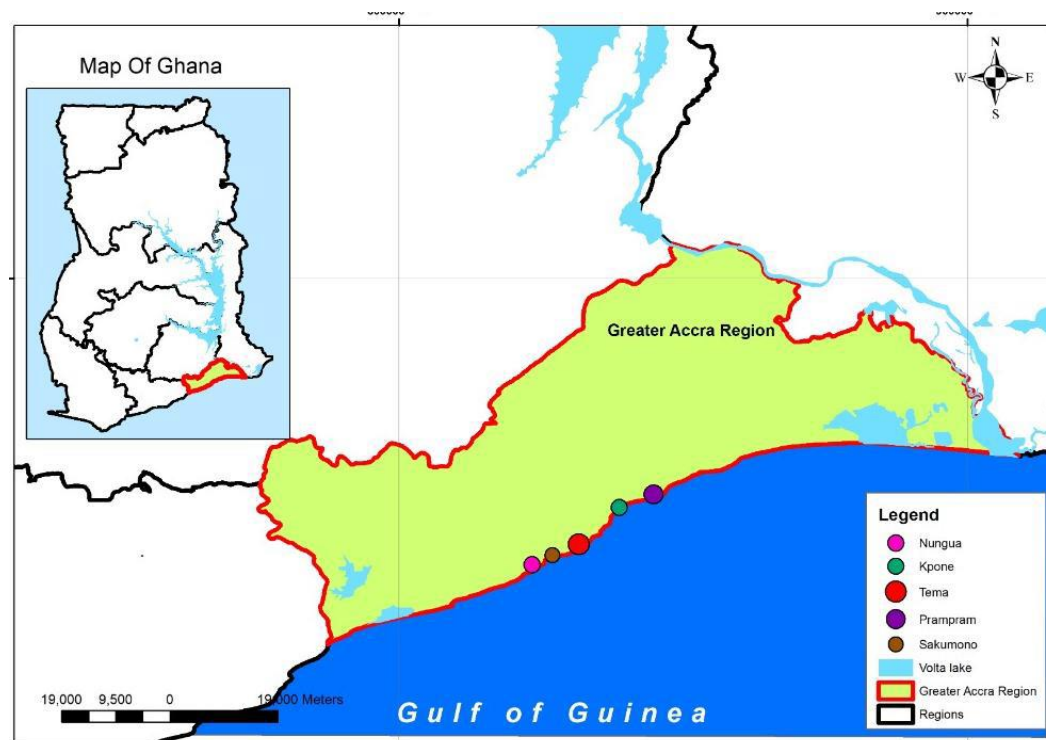


Figure 1. A map of the study area showing sampling areas

### Collection of specimens and sampling

The species at the various sampling locations were identified to the species level using the identification keys by Fischer et al. (1981). Samples of *P. caeruleostictus*, *P. bellottii*, *D. angolensis* and *D. congoensis* were then collected monthly from randomly selected fishermen who use multifilament fishing gears from fish landing sites for twelve (12) months (i.e., from July 2018 to June 2019). These fishermen predominantly use set gillnets and trawl nets. The samples collected were preserved on ice and transported to the laboratory where measurement for total

length (0.1 cm) in centimeters and body weight (0.01g) in grams using a measuring board and electronic scale respectively, was undertaken.

### Growth Parameters

Growth parameters including growth rate (K) and asymptotic length ( $L_{\infty}$ ) which followed the Von Bertalanffy Growth Function (VBGF) were estimated using the ELEFAN option in FiSAT Tool Estimation of longevity ( $T_{max}$ ) of the species was done using the method:

$$T_{max} = 3/K \text{ (Anato, 1999)}$$

The growth performance index was calculated using the formula:

$$\Phi' = 2\log L_{\infty} + \log K \text{ (Pauly and Munro, 1984)}$$

The theoretical age at length zero ( $t_0$ ) followed the equation:

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log_{10} L_{\infty} - 1.038 \log_{10} K \text{ (Pauly, 1979)}$$

### Mortality Parameters

The linearized length converted catch curve was utilized in calculating the total mortality ( $Z$ ) (Pauly and David 1981; Sparre and Venema 1992).

The natural mortality rate ( $M$ ) was calculated using the procedure:

$$M = 4.118 K^{0.73} L_{\infty}^{-0.333} \text{ (Then et al., 2015).}$$

Fishing mortality ( $F$ ) was calculated as;

$$F = Z - M \text{ (Qamar et al., 2016).}$$

The exploitation rate ( $E$ ) was computed using:

$$E = F/Z \text{ (Georgiev and Kolarov, 1962)}$$

### Data analysis

The length distribution frequency of the assessed fish species was pooled together at 1 cm interval. The pooled length data was inserted into the FISAT II Tool for the assessment of the population parameters of specimens of *P. caeruleostictus*, *P. bellottii*, *D. angolensis* and *D. congoensis* that were encountered during the study period (Sparre and Venema 1992).

### Results

#### Length frequency distribution

Tables 1 to 4 show the length distribution of the assessed fish species with an interval of 1 cm. The minimum and maximum lengths for *D. congoensis* was 12 cm and 27 cm respectively (Table 1). For *P. caeruleostictus*, 6 cm and 38 cm were the minimum and maximum lengths (Table 2). The recorded minimum and maximum lengths for *P. bellottii* was 13 cm and 30 cm respectively (Table 3) while for *D. angolensis*, 14 cm and 30 cm were the recorded minimum and maximum length (Table 4). Overall, the total number individuals for *D. congoensis*, *P. caeruleostictus*, *P. bellottii* and *D. angolensis* recorded during the study period was 661, 553, 872 and 403, respectively.

**Table 1.** Monthly length distribution of *D. congoensis*

Length Class	2018-01-07	2018-03-08	2018-05-09	2018-01-10	2018-07-11	2018-02-12	2019-04-01	2019-05-02	2019-05-03	2019-02-04	2019-04-05	2019-01-06
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13	0	1	1	1	0	0	6	8	0	0	1	0
14	0	0	2	2	2	0	12	12	0	1	2	0
15	1	4	2	5	3	1	3	3	0	2	0	1
16	2	8	13	12	2	12	0	2	0	2	11	3
17	10	10	9	12	9	12	1	1	0	4	15	17
18	15	5	5	11	10	14	0	0	0	4	6	13
19	8	7	14	12	11	13	0	0	1	9	4	8
20	8	7	10	10	13	9	0	0	5	6	15	22
21	5	9	7	11	8	3	0	0	5	4	7	13
22	4	7	2	2	5	2	0	0	4	0	3	7
23	1	2	1	1	3	1	1	0	0	0	2	3
24	2	1	1	0	0	0	4	0	0	0	1	2
25	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

**Table 2.** Monthly length distribution of *P. caeruleostictus*

Length Class	2018-01-07	2018-03-08	2018-05-09	2018-01-10	2018-07-11	2018-02-12	2019-04-01	2019-05-02	2019-05-03	2019-02-04	2019-04-05	2019-01-06
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
12	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
13	4	1	5	1	1	0	0	0	1	0	0	4
14	1	0	2	1	0	0	2	0	0	4	0	1
15	1	0	4	18	4	2	3	1	1	2	0	0
16	0	1	5	9	3	2	1	0	3	0	0	0
17	1	0	4	6	1	3	1	1	4	0	1	0
18	0	0	9	3	2	4	0	0	6	4	1	1
19	1	1	2	3	8	4	2	0	2	3	2	2
20	1	0	3	4	5	4	6	2	3	4	4	1
21	0	1	0	10	3	6	0	5	5	7	5	1
22	7	1	4	3	2	4	1	4	0	2	1	2
23	0	0	4	4	4	4	2	2	0	3	4	3
24	5	3	4	3	2	9	4	1	3	3	7	3
25	5	2	3	3	1	1	8	0	3	1	4	3
26	4	1	4	4	2	2	2	0	1	3	1	3
27	5	1	2	2	0	0	2	1	2	1	1	0
28	4	2	0	1	1	0	1	2	3	2	0	2
29	5	0	1	1	0	2	4	1	3	3	2	1
30	3	1	0	1	1	0	0	0	3	0	0	1
31	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1
32	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
33	1	1	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0
34	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
35	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
36	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
37	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
38	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

**Table 3.** Monthly length distribution of *P. bellottii*

Length Class	2018-01-07	2018-03-08	2018-05-09	2018-01-10	2018-07-11	2018-02-12	2019-04-01	2019-05-02	2019-05-03	2019-02-04	2019-04-05	2019-01-06
13	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
14	0	0	1	2	0	0	2	0	1	0	0	0
15	1	1	1	0	2	0	3	2	3	0	1	1
16	0	6	1	3	3	0	2	0	6	4	4	1
17	5	12	2	6	6	1	2	5	7	8	18	12
18	6	20	2	19	14	4	8	7	6	6	25	14
19	8	7	4	22	15	9	9	4	13	11	4	19
20	7	8	6	18	12	6	9	7	4	8	9	15
21	10	10	9	9	8	7	11	2	2	10	14	20
22	9	8	9	1	11	14	16	1	2	4	3	10
23	4	9	10	2	6	12	13	0	0	5	2	6
24	3	3	1	2	3	5	2	0	0	4	6	3
25	4	5	0	3	2	5	0	0	1	0	0	3
26	2	1	1	1	3	6	0	0	0	3	1	1
27	0	1	0	0	5	6	0	0	0	2	0	2
28	1	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

**Table 4.** Monthly length distribution of *D. angolensis*

Length Class	2018-01-07	2018-03-08	2018-05-09	2018-01-10	2018-07-11	A2018-02-12	2019-04-01	2019-05-02	2019-05-03	2019-02-04	2019-04-05
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1
18	0	5	0	2	1	5	0	0	0	1	4
19	3	5	2	2	1	6	0	0	2	7	3
20	6	7	3	3	0	5	1	0	2	6	4
21	8	6	1	0	0	5	4	5	7	6	26
22	6	2	1	2	8	11	2	7	6	6	16
23	7	1	1	3	10	6	4	0	1	4	3
24	4	2	4	1	7	6	2	0	2	3	0
25	4	1	2	1	6	5	7	0	1	3	0
26	4	2	5	0	3	3	6	0	1	0	0
27	4	1	0	0	2	1	3	0	3	1	1
28	5	0	0	0	8	1	0	0	5	0	0
29	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	2
30	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0



### Growth parameters

The restructured length-frequency for the four species with superimposed growth curves is shown in Figure 2. The asymptotic lengths ( $L_{\infty}$ ) for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis* were 39.9 cm, 31.5 cm, 31.5 cm and 28.4 cm, respectively (Table 1). The growth rates (K) were recorded as 0.18 yr<sup>-1</sup>, 0.36 yr<sup>-1</sup>, 0.75 yr<sup>-1</sup> and 0.83 yr<sup>-1</sup> for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis* respectively. The growth performance index ( $\Phi'$ ) was 2.50, 2.76, 2.60 and 2.80 for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis* respectively. The age at zero length ( $t_0$ ) was -0.87, -0.45, -0.20 and -0.21 for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis*, respectively.

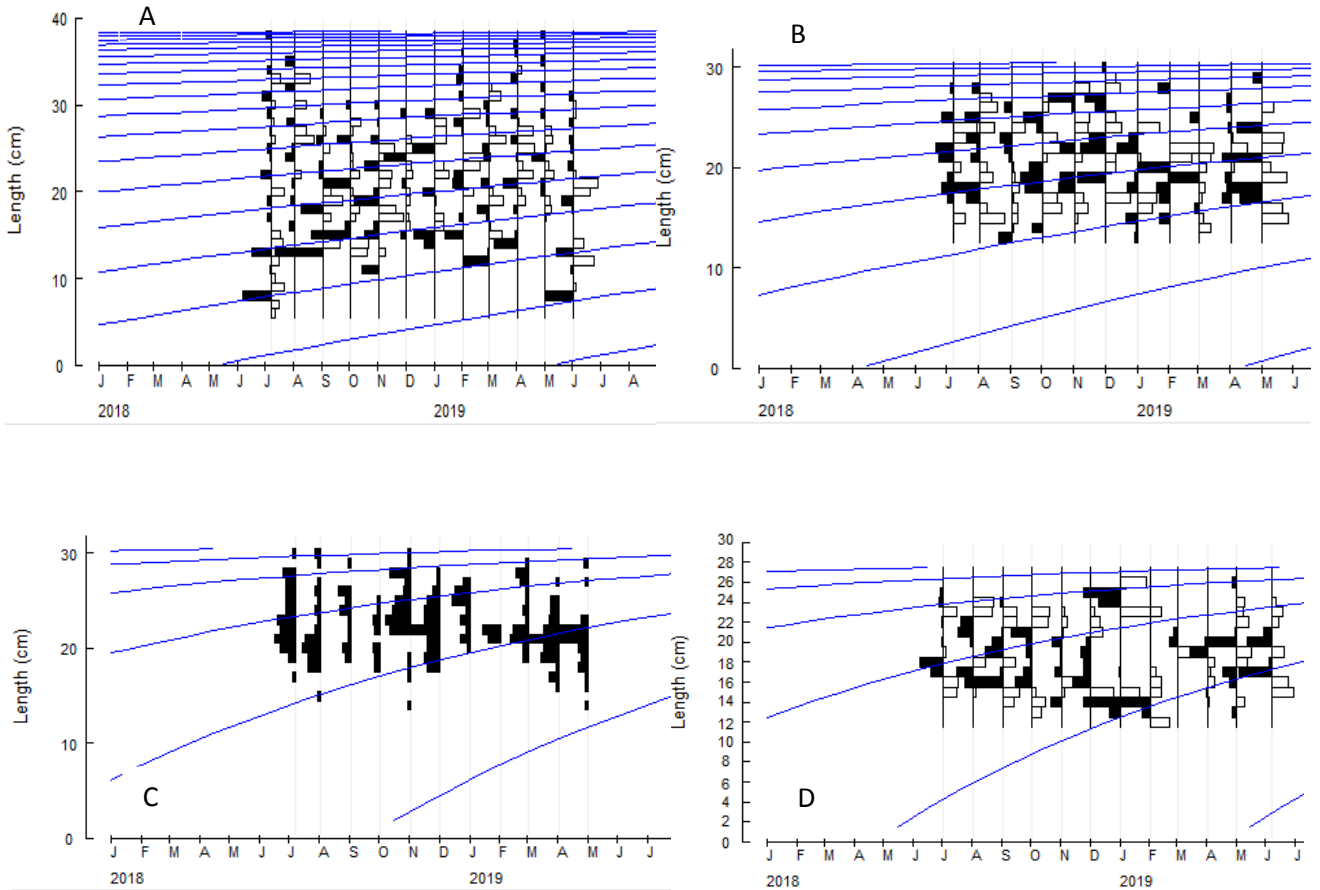
### Length at capture

The estimated length at first capture ( $L_{C50}$ ) for *P. caeruleostictus*, *Pagellus bellotti*, *D. angolensis* and *D.*

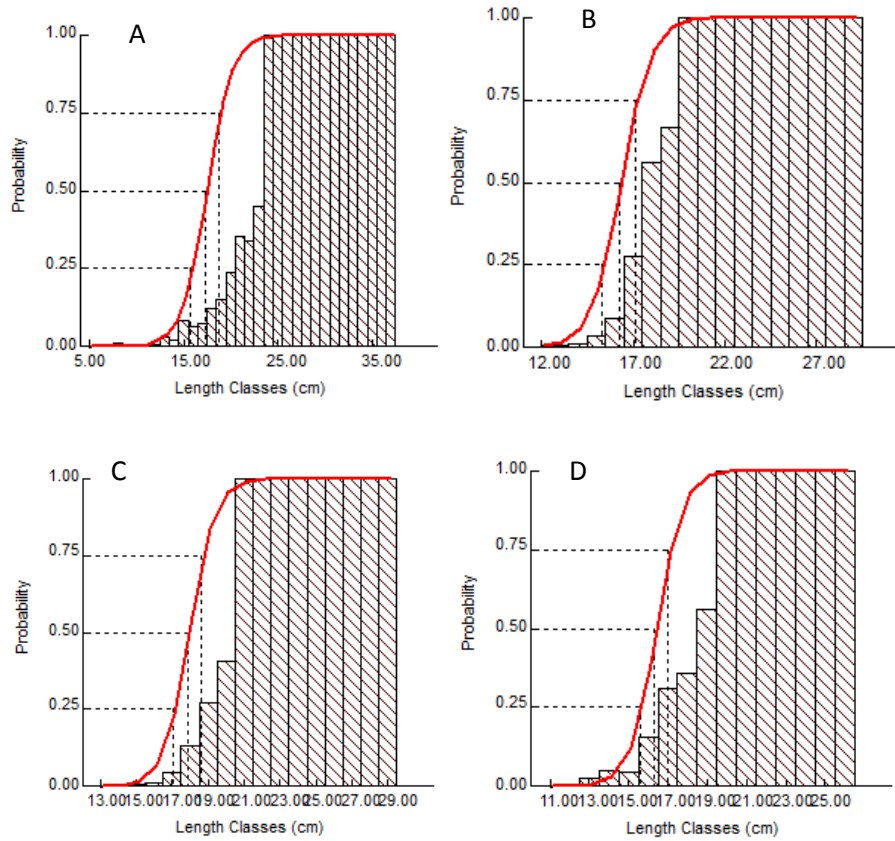
*congoensis* was 17.3 cm, 16.2 cm, 17.9 cm and 16.3 cm respectively (Figure 3).

### Mortality parameters

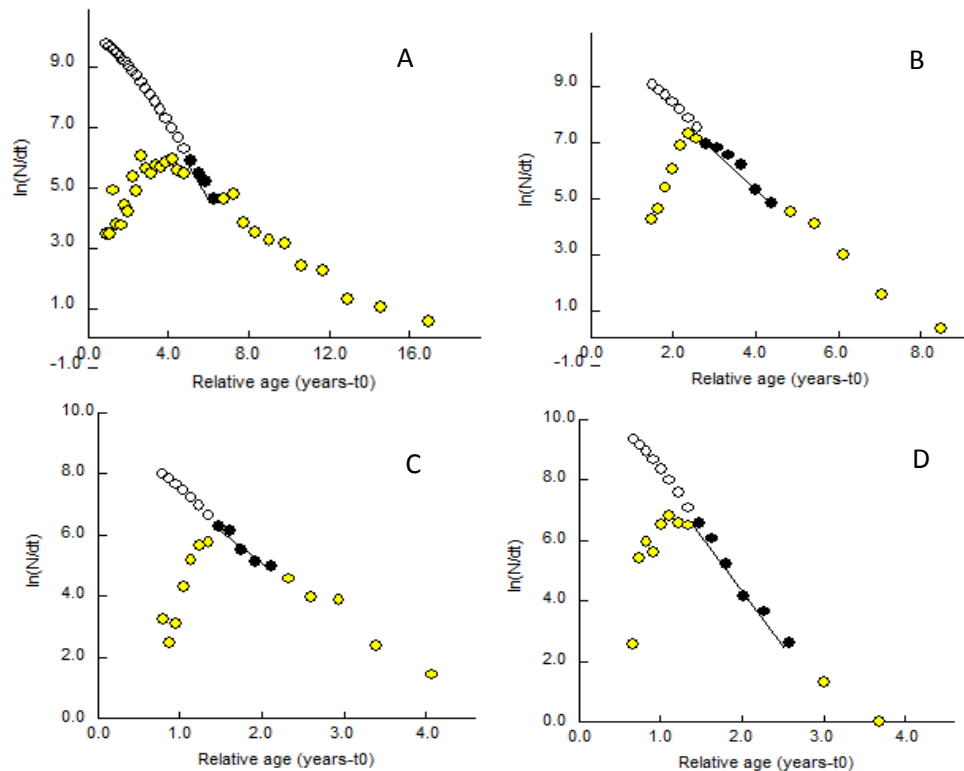
The instantaneous total mortality rate (Z) was estimated using the linearized length-converted catch curve as shown in Figure 4. The total mortality rate (Z), fishing mortality rate (F), and natural mortality rate (M) for *P. caeruleostictus* were 1.03 yr<sup>-1</sup>, 0.68 yr<sup>-1</sup> and 0.35 yr<sup>-1</sup> respectively. Estimates of total mortality rate (Z), fishing mortality rate (F), and natural mortality rate (M) for *P. bellotti* were 1.42 yr<sup>-1</sup>, 0.80 yr<sup>-1</sup> and 0.62 yr<sup>-1</sup>, respectively (Table 1). For *D. angolensis*, total mortality rate (Z), fishing mortality rate (F), and natural mortality rate (M) were 2.24 yr<sup>-1</sup>, 1.19 yr<sup>-1</sup> and 1.05 yr<sup>-1</sup>, respectively. For *D. congoensis*, total mortality rate (Z), fishing mortality rate (F), and natural mortality rate (M) were 3.65 yr<sup>-1</sup>, 2.47 yr<sup>-1</sup> and 1.18 yr<sup>-1</sup> respectively. The current exploitation rate (E) for *P. caeruleostictus*, *P. bellotti*, *D. angolensis* and *D. congoensis* were 0.66, 0.56, 0.53 and 0.68, respectively (Table 5).



**Figure 2.** Reconstructed length-frequency distribution with growth curves for A) *Pagrus caeruleostictus*, B) *Pagellus bellotti* C) *Dentex angolensis* and D) *Dentex congoensis* (July 2018 – June 2019, Ghana)



**Figure 3.** Length at first capture for A) *Pagrus caeruleoestictus*, B) *Pagellus bellotti*, C) *Dentex angolensis*, and D) *Dentex congoensis* (July 2018 – June 2019, Ghana).



**Figure 4.** Linearized length-converted catch curve for the estimated total mortality A) *Pagrus caeruleoestictus*, B) *Pagellus bellotti*, C) *Dentex angolensis* and D) *Dentex congoensis* (July 2018 – June 2019, Ghana).

## Discussion

There has not been much information on the population dynamics of Sparidae species in the marine waters of Ghana. The present study provides information for sustainable management of these species within the Sparidae family. The growth rates for *P. caeruleostictus* and *P. bellottii* were less than  $0.5 \text{ yr}^{-1}$  that implies that these species showed signs of slow growth, while the growth rate for *D. congoensis* and *D. angolensis* was higher than  $0.5 \text{ yr}^{-1}$  that also implied that these species are of fast growth. The growth rate of *P. bellottii* recorded from the other studies such as Kuaome et al. (2021) and Amponsah et al., (2016) (both recorded  $K = 0.42 \text{ yr}^{-1}$ ), compared favourably with estimates from the current study (i.e.  $K = 0.45 \text{ yr}^{-1}$ ). However, Asabere-Ameyaw and Blay (1999) recorded a higher growth rate of  $K = 0.53 \text{ yr}^{-1}$  than obtained from the present study. For *P. caeruleostictus*, Clotley (2020) documented a growth rate of  $0.52 \text{ yr}^{-1}$  respectively from the coastal waters of Ghana, which was higher than the estimate recorded from the current study. In addition, the asymptotic length of *P. bellottii* recorded from the current study ( $L_{\infty} = 31.5 \text{ cm}$ ) was lower than estimates by Asabere-Ameyaw and Blay, (1999) and Kouame et al. (2021) who obtained  $L_{\infty}$  to be 34.2 cm and 31.7 cm respectively, but higher than the estimate recorded by Amponsah et al., 2016 (i.e.  $L_{\infty} = 19.4 \text{ cm}$ ). Clotley (2020) estimated a relatively high asymptotic length ( $L_{\infty} = 52.7 \text{ cm}$ ) for *P. caeruleostictus* than obtained from the current study. The growth parameters may have been affected by factors such as the genetic makeup of the species, which determines its growth potential, diet type and its utilization, and overfishing (Park et al., 2013; Sambo & Haruna, 2012).

The fishing mortality for all the assessed fish species in the present study was higher than the corresponding natural mortality rate (M). Findings by Kouame et al (2020); Amponsah et al. (2016) and Asabere & Blay (1996) revealed similar observation, which suggest the superiority of fishing activities as the main predictor of decline in the population of these fish species. Furthermore, the exploitation rate (E) of all the species from the current study was above the optimum level of 0.5, indicating that these species along the coast of Ghana are overexploited. Likewise, \*Asabere & Blay (1999) and \*Kouame et al. (2020) observed overexploitation of *P. bellottii* with E values of 0.70 and 0.67, respectively.

## Conclusion

The study assessed some aspects of population dynamics of commercially important species of seabreams in Ghana. *P. caeruleostictus* and *P. bellottii* exhibited slow growth while *D. angolensis* and *D. congoensis* portrayed fast growth. The current exploitation rate for all the species was higher than the threshold for sustainable fishing. Given this, there is the need for the implementation and enforcement of relevant fisheries management measures such extension of the closed fishing season, reduced fishing efforts and enhanced compliance to these relevant measures by appropriate authorities. Furthermore, there is a need to

conduct further studies on the biology of these and other sparids in the coastal waters of Ghana for effective regional and national management.

## Acknowledgement

The authors are grateful to ESL Ltd for permitting the use of the data obtained.

## Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

## Author Contributions

Samuel K.K Amponsah: conception and design of the study, supervision, data collection, manuscript preparation, critical revision of the article. Berchie Asiedu, Nii Amarque Commey and Nana Ama Afranewaa: Critical revision of the article, manuscript preparation, data analysis and interpretation. Samuel Henneh and Emmanuel Ofori-Boateng: data analysis and interpretation.

## Ethics Approval

Ethics committee approval is not required for this study.

## References

- Amponsah, S. K., Ofori-Danson, P. K., Nunoo, F. K., & Ameyaw, G. A. (2016). Aspects of population dynamics of Red Pandora, *Pagellus bellottii* (Steindachner, 1882) from the coastal waters of Ghana.
- Asabere-Araeyaw, A., & Blay Jr, J. (1999). Growth and mortality parameters of *Pagellus bellottii* (sparidae) in the Cape Coast area of Ghana. *Journal of the Ghana Science Association*, 1(2), 53-62.
- Anato, C. B. (1999). Les Sparidae des côtes béninoises: Milieu de vie, pêche, présentation des espèces et biologie de *Dentex angolensis* Poll et Maul, 1953. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences, Faculte des Sciences 1060 Tunis, Tunisie. 277 p.
- Clotley, M. N. K. (2020). Population dynamics and reproductive studies of three commercially important sparid species from Ghanaian waters (Doctoral dissertation, University of Cape Coast).
- Edwards, A. J., Gill, A. C. & Abohweyere, P. O. (2001). A Revision of Irvine's Marine Fishes. Coastal Resources Center, University of Rhode Island.
- EUMOFA. (2015). The EU Fish Market, 2015 Edition.
- FAO. (2015). Fish Fact Sheet. Retrieved from <http://www.fao.org/fishery/species/2384/en>.
- Fischer, W. F., Bianchi, G. & Scott, W. B. (1981). FAO Identification sheets for Fishery purposes. Eastern-Central Atlantic; Fishing areas 34, 37 (in part). Canada

- Funds-in-Trust by arrangement with the FAO. Vol.II. 54 pp.
- Georgiev, Z. M. & Kolarov, P. (1962). On the migration and distribution of horse mackerel (*Trachurus ponticus* Aleev) in the western part of Black Sea. *Arbeiten des Zentralen Forschungsinstitutes für Fishzucht und Fischerei-Varna*, 2: 148-172.
- Khalaf-Allah, H. M., Azab, A. M. & Mohamed, M. A. (2016). Morphological differences of gill rakers in some sparid fish species (Family: Sparidae), Egypt. *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 7: 63- 72.
- Konoyima, K. J., & Seisay, L. D. (2021). Growth, Mortality and Exploitation Rate of *Pagellus bellottii* Harvested from the Marine Territorial Waters of Sierra Leone. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(2), 60-65.
- Kouame, A. C., Sylla, S., Yao, S. S., Tia, C. B., & Loukou, G. A. (2020). Stock assessment of red *Pandora Pagellus Bellottii* (Steindachner, 1882) in the Ivorian continental shelf (West Africa). *Agronomie Africaine*, 32(4), 423-438.
- Lazar, N. (2017). Baseline assessment of demersal fish stocks of the Western Region of Ghana. The USAID/Ghana Sustainable Fisheries Management Project (SFMP). Narragansett, RI: Coastal Resources Center, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island. GH2014\_ACT092\_CRC, 55.
- Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.
- Nelson J.S., Grande T.C., & Wilson M.V.H. (2016). *Fishes of the World*. 5th edition. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J. 707 p.
- Nunoo, F. K. E., Asiedu, B., Amador, K., Belhabib, D., & Pauly, D. (2014). Reconstruction of marine fisheries catches for Ghana, 1950–2010. Vancouver (Canada): Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Parenti, P. (2019). An annotated checklist of the fishes of the family Sparidae. *FishTaxa*, 4(2): 47-98.
- Park, J. M., Hashimoto, H., Jeong, J. M., Kim, H. J., & Baeck, G. W. (2013). Age and growth of the robust tonguefish *Cynoglossus robustus* in the Seto Inland Sea, Japan. *Animal Cells and Systems*, 17:4, 290-297, DOI:10.1080/19768354.2013.826281.
- Pauly, D. (1979). *Theory and Management of Tropical Multi-Species Stocks: A Re-view, with Emphasis on the Southeast Asian Demersal Fisheries*. ICLARM Studies and Review No. 1, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1-35.
- Pauly, D., & David, W. (1981). ELEFAN 1, BASIC Program for the Objective Ex-traction of Growth Parameters from Length-Frequency Data. *Meeresforsch*, 28, 205-211.
- Pauly, D., & Munro, J. L. (1984). Once More on the Comparison of Growth in Fish and Invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2, 21.
- Qamar, N., Panhwar, S.K., & Brower, S. (2016). Population characteristics and biological reference point estimates for two carangid fishes *Megalaspiscordyla* and *Scomberoides* in the northern Arabian Sea, coast of Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 48: 869-874.
- Sambo, F., & Haruna, M. (2012). Some aspects of the growth parameters of the fishes of Ibrahim Adamu Lake, Kazaure Jigawa state, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(1): 175 – 181.
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1992). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual, FAO Fisheries Technical Paper, 306. No. 1, Review 1, FAO, Rome, 376 p.
- Taylor, M., & Mildenerger, T. K. (2017). Extending electronic length frequency analysis in R. *Fisheries Management and Ecology*. s24: 330–338.
- Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G. & Hewitt, D. A. (2015). Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 72 (1): 82-92.
- USAID (2009). Ghana fishery product report. USAID Global Agricultural Information Network report number GH9005.

# 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

# Seasonal Changes in Proximate and Bioactive Compounds of Brown and Red Seaweeds from İskenderun Bay, the North-Eastern Mediterranean Sea

İbrahim Gür<sup>1</sup>, Sevim Polat<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>District Directorate of Agriculture and Forestry, Gelibolu, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Cukurova University, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-6941-8785>

<https://orcid.org/0000-0002-4756-1177>

Received: 15.03.2023 / Accepted: 02.06.2023 / Published online: 04.07.2023

### Key words:

Seaweed  
Proximate composition  
Bioactive compounds  
Phenolics  
Flavonoids

**Abstract:** Proximate and bioactive compounds (total phenolic, flavonoid, chlorophyll-*a* and total carotenoid contents) of three brown seaweeds (*Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, *Styopodium schimperi*) and a red seaweed (*Jania rubens*) from the north-eastern Mediterranean Sea (İskenderun Bay) were investigated seasonally at three sampling sites. Seasonal variations were found for all of the parameters studied. The highest ash content was in *J. rubens* (77.7%) in the spring. The results showed that *J. rubens* is a rich source with respect to mineral content. *D. dichotoma* had the highest crude protein content, whereas *S. schimperi* contained the most lipids. Phenolics ranged between 34.6 - 107.0 mg GAE/g dw. The highest total phenolics were found in *S. schimperi* in the summer, and the lowest in *P. pavonica* in the spring. The flavonoid contents (9.05-10.6 mg QE/g dw) were higher in brown seaweeds than that in the red seaweed. Moreover, chlorophyll-*a* and carotenoids levels were highest in *D. dichotoma* (4.53 and 2.83 mg/g, respectively) during the autumn. The results revealed that the biochemical composition of the examined seaweeds showed significant changes depending on the species, location and seasons.

### Anahtar kelimeler:

Makroalg  
Temel besin maddesi kompozisyonu  
Biyoaktif bileşikler  
Fenolik  
Flavonoid

## İskenderun Körfezi'ndeki (Kuzeydoğu Akdeniz) Kahverengi ve Kırmızı Makroalglerin Temel Besin Maddesi ve Biyoaktif Bileşiklerindeki Mevsimsel Değişimler

**Öz:** Kuzeydoğu Akdeniz'de (İskenderun Körfezi) dağılım gösteren üç kahverengi (*Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, *Styopodium schimperi*) ve bir kırmızı makroalg (*Jania rubens*) temel besin maddesi ve biyoaktif bileşikleri (toplam fenolik, flavonoid, klorofil-*a* ve toplam karotenoid içerikleri) üç örnekleme istasyonunda mevsimsel olarak incelenmiştir. İncelenen tüm parametrelerin mevsimsel değişimler gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek kül içeriği ilkbaharda *J. rubens* türünde (%77.7) bulunmuştur. Sonuçlar, bu türün zengin bir mineral kaynağı olduğunu göstermiştir. *D. dichotoma* en yüksek ham protein içeriğine, *S. schimperi* ise en fazla lipid içeriğine sahip tür olmuştur. Makroalglerde fenolik madde içeriği 34.6 ile 107.0 mg GAE/g kuru ağırlık arasında değişmiştir. Toplam fenolik madde miktarı yazın *S. schimperi* türünde en yüksek düzeye ulaşırken, en düşük değer ilkbaharda *P. pavonica* türünde bulunmuştur. Flavonoid içerikleri (9.05-10.6 mg QE/g kuru ağırlık) kahverengi deniz yosunlarında kırmızı deniz yosunundan daha yüksek bulunmuştur. Klorofil-*a* ve karotenoid içeriği ise *D. dichotoma* türünde sonbahar mevsiminde en yüksek düzeylerde (sırasıyla 4.53 ve 2.83 mg/g) bulunmuştur. Sonuçlar, incelenen makroalg türlerinin biyokimyasal kompozisyonunun türe, lokaliteye ve mevsimlere bağlı olarak belirgin değişimler gösterebileceğini ortaya koymuştur.

\*Corresponding author: [sevcan@cu.edu.tr](mailto:sevcan@cu.edu.tr)

## Introduction

Seaweeds are divided into three groups depending on pigmentation, namely red, green and brown algae. As primary producers, they provide food and shelter for many organisms living in the coastal waters. They are utilized as food for humans, feed for animals and as a source of various chemicals (Nedumaran and Arulbalachandran, 2015). They have been traditionally consumed by humans and used to extract ingredients. Seaweeds contain protein, lipids, dietary fibre, carotenoids, minerals and vitamins (Kumar *et al.*, 2008; Peñalver *et al.*, 2020). Many species red and brown seaweeds are utilized to produce alginate, agar and carrageenan, which are used as thickeners in foods, cosmetics and medicine. Moreover, seaweeds are particularly rich in biologically active compounds, i.e., functional foods such as phenolic and flavonoids, which have antioxidant activities (Machu *et al.*, 2015; Yılmaz *et al.*, 2021). The antioxidant activity of seaweeds has been studied and strong relations between phenolic compounds and antioxidant activities were found. Wang *et al.* (2009) showed that the antioxidant activity of red seaweed was closely correlated with its extracted phenolics. Antioxidants are known to have a protective effect since they can defend the human body against damage by free radicals (Kalasariya *et al.*, 2021). Free radicals are associated with human diseases, including cardiovascular disease, cancer, diabetes, hypertension, ischemia, ageing, and Alzheimer's disease (Chauhan and Chauhan, 2006; Matanjun *et al.*, 2008).

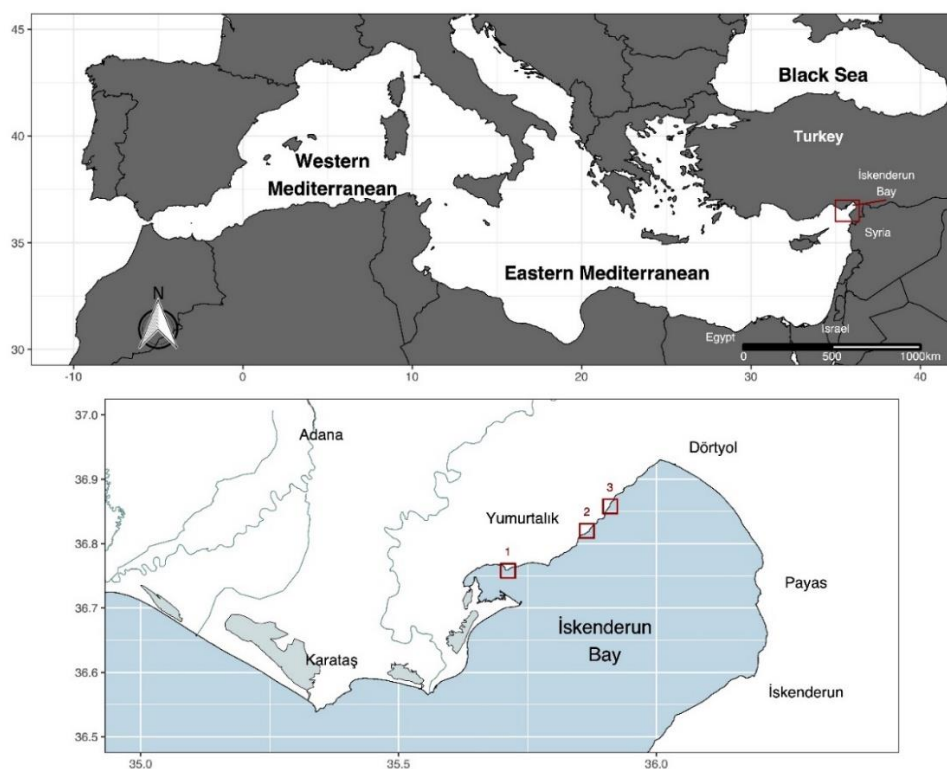
Although Turkey is surrounded by the Black Sea, the Mediterranean Sea, the Sea of Marmara and the Aegean Sea with >8000 km of coastline, the bioactive compounds

of seaweeds have still not been adequately studied. The previous studies in Turkish coastal waters are generally concentrated on the taxonomy and distribution of seaweeds (Aysel *et al.*, 2006a; Aysel *et al.*, 2006b; Taşkın, 2014). Data on the chemical composition of seaweeds from the coasts of Turkey have increased in recent years but are still limited (Polat and Özoğul, 2008; Polat *et al.*, 2012; Turan *et al.*, 2015; Güner and Yavasoglu, 2018; Caf *et al.*, 2019; Saygılı *et al.*, 2022). Moreover, there are only few studies on seasonal variations in the biochemical contents of seaweeds on our coasts (Polat and Özoğul, 2013; İrkin and Erduğan, 2016; İrkin and Erduğan, 2017; Yeşilova *et al.*, 2017). This study is aimed to investigate the proximate composition, total phenolic, flavonoid and pigment contents of seaweeds seasonally collected from İskenderun Bay on the north-eastern Mediterranean coast of Turkey.

## Material and Methods

### Collection of samples

Samples of three brown seaweeds (*Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, *Styopodium schimperi* (Kützing) Verlaque & Boudouresque and *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux), and one red seaweed (*Jania rubens*) (Linnaeus) J.V. Lamouroux were collected from three localities along the coast of İskenderun Bay (Fig. 1). The samples were collected seasonally over one year (between 2013-2014); in the spring, summer, autumn, and winter. Samples were taken from depths of up to 3 m.



**Figure 1.** The study area and location of seaweed sampling sites in İskenderun Bay

Some species were only found in some seasons and locations. *P. pavonica* was not found in the winter, *S. schimperi* in the autumn and the winter, and *D. dichotoma* in the spring. Fresh samples of four selected seaweed species were washed with local seawater and immediately transported to the laboratory in an icebox with ambient

seawater. Samples were gently washed with distilled water to remove epiphytes, salts, epifauna and sand. Samples were stored at -80 °C until further analysis. The temperature and salinity were measured with a YSI model SCT probe during the sampling periods, and the values for each sampling site are shown in Table 1.

**Table 1.** Seasonal variations of temperature and salinity during seaweed sampling

	Samplin g sites	Spring	Summer	Autumn	Winter
Temperature (°C)	1	27.9	29.2	24.1	15.3
	2		31.6	25.4	17.6
	3	27.4	30.9	24.7	16.7
Salinity (‰)	1	35.5	37.2	37.4	37.2
	2		35.5	36.4	38
	3	34.8	37.1	36.5	37.3

### Proximate composition analysis

Moisture content was determined using the AOAC method 950.46 (1990), and crude ash content was analyzed using the AOAC method 938.08 (1998a). Lipid analysis was carried out according to the method of Bligh and Dyer (1959). Samples were homogenized with a 1:2 mixture of chloroform and methanol and left in a dark place overnight after adding CaCl<sub>2</sub>. The chloroform layer was removed and vaporized in an evaporator and finally in an oven at 60 °C for one hour. Total crude protein was determined using the AOAC method 955.04 (1998b). Seaweed samples were placed in Kjeldahl tubes, two Kjeldahl tablets and 20 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were added to the incinerator, and the sample inside the tubes was burned at 420 °C. After digestion, 75 mL of water was added to the sample tube. Distillation was performed for 6 min with 40% NaOH by placing 25 mL of 40% boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) solution. Then, the distillate was titrated with 0.1 M HCl, and the amount of protein was found by recording the HCl consumed. The percentage of protein was determined with a conversion factor of 6.25.

### Total phenolic content (TPC)

TPC of seaweed extracts was determined using the Folin-Ciocalteu method (Gámez-Meza *et al.*, 1999). The gallic acid was used as the standard, and the total phenolic content was expressed as milligrams of GA equivalents per gram of extract (mg GAE/g dw).

### Total flavonoid content (TFC)

The TFC of seaweeds were determined using the method described by Chang *et al.* (2002). The amount of TFC was determined from a standard calibration curve and expressed as mg QE/g dw (QE, quercetin equivalents) per gram of seaweed extract.

### Chlorophyll-*a*

Chlorophyll-*a* was estimated according to the method described by Arnon (1949) and Thirumaran *et al.* (2009) with minor modifications. Ground seaweed (500 mg) was extracted with 10 ml of 80 % acetone (Merck, 99 %) and centrifuged at 3000 rpm for 15 min. The absorbance was measured at 645 and 663 nm. The content of chlorophyll-*a* was calculated based on the equation given by Thirumaran *et al.* (2009).

### Total carotenoid

The total carotenoid level of seaweeds was determined spectrophotometrically using the same extract for chlorophyll-*a* estimation. The total carotenoid content was calculated from absorbance values at 480 nm using the equation of Kirk and Allen (1965).

### Statistical analysis

The general linear models were used to compare biochemical compounds (ash, moisture, crude protein and lipid) among seasons and sampling sites. The models were separately fitted for each compound and species and then checked against the violations of normality and homogeneity using the Levene and Shapiro-Wilk tests on model residuals. Normality was met with all models. When heterogeneity was observed, a heteroscedasticity-corrected coefficient covariance matrix was calculated using the White Adjustment argument in the “car” package (Fox and Weisberg, 2011). After linear models were fitted, multiple comparisons were made using general linear hypothesis tests with Tukey’s adjustment using the “multcomp” package (Hothorn *et al.*, 2008). In case of a violation of the homogeneity of the variance, the heteroscedasticity-consistent covariance matrix was estimated using the “sandwich” package (Zeileis, 2004). All statistical analyses used the R 3.4.4 statistical language (R Core Team, 2018).

## Results and Discussion

The results of the four seaweed species' moisture, crude ash, lipid, total crude protein, total phenolic, flavonoid and pigment contents are shown in Tables 2-5. Ash content in seaweeds was generally higher than those in most land plants (Rupérez, 2002; Radha, 2018). The highest ash content was in *J. rubens* (77.7 %) collected from Site (St) 2 in the spring, whereas the lowest ash content was found in *D. dichotoma* (3.12 %) collected from St. 2 in the winter (Tables 2, 5). The high ash level of *J. rubens* shows that this species is rich in minerals. A similar high ash value was found in *Corallina officinalis* (77.8 %) by Marsham *et*

*al.* (2007). The ash contents of all seaweed species showed significant differences between seasons and sampling sites ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ), respectively. Marsham *et al.* (2007) reported that high ash indicates of a reasonable amount of mineral content. The maximum moisture was found in *D. dichotoma* (80.74 %) collected from St.1 in the winter and minimum content in *J. rubens* (3.15 %) collected from St.2 in the spring. The moisture content differed significantly ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) between seasons and sampling sites in all seaweed species. The moisture and ash composition of seaweeds differs depending on the species, geographical location and seasons.

**Table 2.** The proximate composition, total phenolics, flavonoids and pigments of *D. dichotoma*

<i>D. dichotoma</i>	Sampling sites	Summer	Autumn	Winter
Ash (%)	1	3.32 ± 0.29 <sup>Aa**</sup>	n.a	3.12 ± 0.89 <sup>Aa</sup>
	2	n.a.	5.07 ± 0.10 <sup>Ab</sup>	3.12 ± 0.19 <sup>Aa</sup>
	3	4.98 ± 0.16 <sup>Ba</sup>	5.98 ± 0.78 <sup>Bb</sup>	5.49 ± 0.89 <sup>Ba</sup>
Moisture (%)	1	75.67 ± 1.09 <sup>bc*</sup>	n.a	80.74 ± 3.67 <sup>c</sup>
	2	n.a.	72.87 ± 1.68 <sup>ab</sup>	79.87 ± 1.10 <sup>c</sup>
	3	69.42 ± 0.35 <sup>ab</sup>	70.25 ± 1.11 <sup>ab</sup>	67.81 ± 4.16 <sup>a</sup>
Lipid (%)	1	3.74 ± 0.01 <sup>b</sup>	n.a	0.90 ± 0.40 <sup>a</sup>
	2	n.a.	3.19 ± 0.32 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.32 <sup>a</sup>
	3	5.13 ± 0.17 <sup>c</sup>	3.72 ± 0.08 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.31 <sup>ab</sup>
Crude protein (%)	1	4.42 ± 0.29	n.a	5.16 ± 0.38
	2	n.a.	5.56 ± 1.67	4.66 ± 0.89
	3	6.15 ± 0.47	6.15 ± 3.33	4.92 ± 1.27
Phenolic content (mg GAE/g dw)	1	65.85 ± 3.95	n.a	47.06 ± 2.82
	2	n.a.	50.58 ± 3.03	46.48 ± 3.11
	3	52.70 ± 3.16	51.20 ± 3.07	46.28 ± 2.77
Flavonoid (mg QE/g dw)	1	9.23 ± 0.55	n.a	9.47 ± 0.61
	2	n.a.	9.16 ± 0.55	9.44 ± 0.56
	3	9.16 ± 0.54	9.05 ± 0.54	9.63 ± 0.57
Chlorophyll- <i>a</i> (mg/g)	1	1.43	n.a	3.51
	2	n.a.	4.50	3.69
	3	2.98	4.53	4.09
Total Carotenoid (mg/g)	1	1.05	n.a	2.04
	2	n.a.	2.46	2.23
	3	2.24	2.83	2.53

The values are expressed as means ± standard deviation, n = 3, n.a.: sample was not found, \*Different superscript letters in the same variable indicate significant differences, \*\*Lower case letters indicate significant differences between seasons, and caps indicate the differences between sampling sites when only two main effects are significant at 0.05 significance level.

The lipid contents of the seaweeds varied between 0.25 - 6.35%. The highest lipid content was found in *S. schimperi* collected from St.3 in the summer, while the lowest content (0.25%) was in *J. rubens* collected from St.3 in the autumn (Tables 4, 5). The differences in the

lipid contents of all seaweed species were statistically significant ( $p < 0.05$ ) among seasons. However, the difference between sampling sites was only significant in *D. dichotoma* and *S. schimperi*. Similarly, Polat and Özoğul (2013) found the highest lipid in *S. schimperi* in



the summer, ranging between 2.03% - 2.16%. In another study, Polat and Özoğul (2009) reported the lowest total lipid content for *J. rubens*, as 0.12%. Parthiban *et al.* (2013) reported that the lipid contents of some seaweeds collected from Tuticorin varied from 3.15 to 5.30%. The

results of this study were consistent with those of Nelson *et al.*, (2002) and Kostetsky *et al.* (2004) and showed that the lipid concentration of seaweeds may vary according to species, seasons and sampling sites.

**Table 3.** The proximate composition, total phenolics, flavonoids and pigments of *P. pavonica*

<i>P. pavonica</i>	Sampling sites	Spring	Summer	Autumn
Ash (%)	1	22.68 ± 1 <sup>bd*</sup>	25.14 ± 0.2 <sup>cd</sup>	n.a.
	2	18.17 ± 0.23 <sup>a</sup>	24.11 ± 0.60 <sup>cd</sup>	22.20 ± 1.99 <sup>bc</sup>
	3	19.97 ± 0.71 <sup>ab</sup>	32.00 ± 2.42 <sup>e</sup>	25.75 ± 0.78 <sup>d</sup>
Moisture (%)	1	32.74 ± 0.82 <sup>a</sup>	56.41 ± 0.31 <sup>e</sup>	n.a.
	2	53.67 ± 0.28 <sup>cd</sup>	55.24 ± 1.33 <sup>de</sup>	58.30 ± 2.77 <sup>e</sup>
	3	53.63 ± 0.28 <sup>cd</sup>	43.14 ± 4.04 <sup>b</sup>	52.10 ± 1.25 <sup>c</sup>
Lipid (%)	1	0.34 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.16 ± 0.06 <sup>d</sup>	n.a.
	2	0.83 ± 0.15 <sup>abc</sup>	1.80 ± 0.47 <sup>abcd</sup>	1.20 ± 0.00 <sup>b</sup>
	3	1.36 ± 0.14 <sup>bc</sup>	1.76 ± 0.20 <sup>bcd</sup>	1.27 ± 0.01 <sup>c</sup>
Crude protein (%)	1	3.35 ± 0.15 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.11 <sup>b</sup>	n.a.
	2	3.46 ± 0.14 <sup>a</sup>	5.30 ± 0.21 <sup>b</sup>	5.31 ± 0.60 <sup>b</sup>
	3	3.39 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.53 ± 0.07 <sup>b</sup>	5.69 ± 1.28 <sup>b</sup>
Phenolic content (mg GAE/g dw)	1	34.61 ± 2.07	51.86 ± 2.01	n.a.
	2	n.a.	53.21 ± 3.19	49.44 ± 2.96
	3	42.50 ± 2.55	51.49 ± 3.02	61.41 ± 3.68
Flavonoid (mg QE/g dw)	1	10.07 ± 0.78	10.10 ± 0.31	n.a.
	2	n.a.	10.49 ± 0.62	10.00 ± 0.97
	3	10.47 ± 0.62	10.09 ± 0.60	10.00 ± 0.54
Chlorophyll- <i>a</i> (mg/g)	1	1.40	1.45	n.a.
	2	0.75	0.91	1.34
	3	1.11	1.12	1.62
Total Carotenoid (mg/g)	1	0.92	0.91	n.a.
	2	0.47	0.34	0.76
	3	0.79	0.94	0.96

The values are expressed as means ± standard deviation, n = 3, n.a.: sample was not found. \*Different superscript letters in the same variable indicate significant differences, \*\*Lower case letters indicate significant differences between seasons, and caps indicate the differences between sampling sites when only two main effects are significant at 0.05 significance level.

Crude protein ranged from 2.94 to 6.15%. The maximum crude protein was found in the brown seaweed *D. dichotoma* collected from St.3, during the summer and autumn (6.15%), followed by *S. schimperi* (6.05%) from St.1 in the spring. The minimum crude protein (2.94%) was in the *S. schimperi* collected from St.3 in the spring. The differences in crude protein were significant ( $p < 0.05$ ) among seasons in all species except *D. dichotoma*. However, the difference was not significant between the sampling sites in all species except *S. schimperi*. Similar results were reported by Tabarsa *et al.* (2012), who found

relatively high crude protein in the brown seaweed *D. dichotoma* from the coastal area of Kuvеhei (Iran). Polat and Özoğul (2013) found lower crude protein values ranging from 2.37 % to 2.68 % in *S. schimperi* than those reported in the present study. Higher crude protein levels (9.47 and 14.7%) were also reported by Parthiban *et al.* (2013) for some seaweed species collected from the Tuticorin and Mandapam coasts (India). The protein contents of the other species, *J. rubens* and *P. pavonica*, in the present study were higher than those previously found by Polat and Özoğul (2013). Factors such as the

physiological status of seaweed species and life cycle may have contributed to these results. In addition to species-specific differences, water quality, the season and the

geographic area could influence the lipid and crude protein content of seaweeds (Fleurence, 1999; Haroon, 2000; Ratana-arporn and Chirapart, 2006).

**Table 4.** The proximate composition, total phenolics, flavonoids and pigments of *S. schimperi*

<i>S. schimperi</i>	Sampling sites	Spring	Summer
Ash (%)	1	5.42 ± 0.53 <sup>bc*</sup>	3.96 ± 0.06 <sup>a</sup>
	2	n.a.	6.09 ± 0.24 <sup>c</sup>
	3	5.71 ± 0.25 <sup>bc</sup>	5.18 ± 0.10 <sup>b</sup>
Moisture (%)	1	63.72 ± 3.09 <sup>Ca**</sup>	74.95 ± 0.15 <sup>Cb</sup>
	2	n.a.	66.26 ± 0.92 <sup>Bb</sup>
	3	61.21 ± 0.77 <sup>Aa</sup>	69.49 ± 0.20 <sup>Ab</sup>
Lipid (%)	1	3.28 ± 0.20 <sup>Aa</sup>	4.73 ± 0.14 <sup>Ab</sup>
	2	n.a.	3.04 ± 1.82 <sup>Bb</sup>
	3	5.18 ± 0.08 <sup>Ca</sup>	6.35 ± 0.19 <sup>Cb</sup>
Crude protein (%)	1	6.05 ± 0.23 <sup>b</sup>	3.60 ± 0.06 <sup>a</sup>
	2	n.a.	3.96 ± 0.20 <sup>a</sup>
	3	2.94 ± 0.22 <sup>a</sup>	3.44 ± 0.04 <sup>a</sup>
Phenolic content (mg GAE/g dw)	1	92.85 ± 5.57	102.84 ± 5.23
	2	n.a.	106.05 ± 6.36
	3	52.90 ± 3.17	100.61 ± 6.03
Flavonoid (mg QE/g dw)	1	10.41 ± 0.62	10.62 ± 0.51
	2	n.a.	10.50 ± 0.72
	3	10.55 ± 0.63	10.61 ± 0.66
Chlorophyll- <i>a</i> (mg/g)	1	3.68	2.49
	2	n.a.	1.59
	3	3.04	1.18
Total Carotenoid (mg/g)	1	2.61	2.73
	2	n.a.	2.11
	3	2.33	1.95

The values are expressed as means ± standard deviation, n = 3, n.a.: sample was not found, \*Different superscript letters in the same variable indicate significant differences, \*\*Lower case letters indicate significant differences between seasons, and caps indicate the differences between sampling sites when only two main effects are significant at 0.05 significance level.

TPC of the seaweed species varied from 34.6 to 106.05 mg GAE/g dw. *S. schimperi* collected from St.2 in the summer showed the highest TPC, followed by *J. rubens* collected from St.1 in the autumn. The lowest TPC was found in *P. pavonica* collected from St.1 in the spring (Table 3). Kumar *et al.* (2011) reported phenolic contents in three green algae species *Caulerpa veravelensis*, *Caulerpa racemosa* and *Caulerpa scalpelliformis* as 32.57, 61.69 and 36.00 mg/g dw, respectively. Connan *et al.*

(2007) reported that total phenolic contents in seaweeds may vary according to the difference between day and night temperatures and light intensity during the day. In the present study, the concentration of total phenolics in *S. schimperi* for the summer period (100.61-106.05 mg/g dw) was higher than all seaweed species sampled and those recorded in previous studies. *S. schimperi* seems to be a good antioxidant source for human health.

**Table 5.** The proximate composition, total phenolics, flavonoids and pigments of *J. rubens*.

<i>J. rubens</i>	Sampling sites	Spring	Summer	Autumn	Winter
Ash (%)	1	n.a.	n.a.	59.24 ± 0.64 <sup>A**</sup>	n.a.
	2	77.73 ± 0.20 <sup>d</sup>	72.62 ± 1.48 <sup>c</sup>	58.56 ± 0.43 <sup>bA</sup>	51.26 ± 2.85 <sup>a</sup>
	3	n.a.	n.a.	70.35 ± 4.22 <sup>B</sup>	n.a.
Moisture (%)	1	n.a.	n.a.	26.84 ± 0.92 <sup>B</sup>	n.a.
	2	3.15 ± 0.43 <sup>a</sup>	8.68 ± 1.56 <sup>b</sup>	27.38 ± 0.25 <sup>cB</sup>	3.69 ± 1.24 <sup>a</sup>
	3	n.a.	n.a.	6.31 ± 4.22 <sup>A</sup>	n.a.
Lipid (%)	1	n.a.	n.a.	0.39 ± 0.08 <sup>ab</sup>	n.a.
	2	0.42 ± 0.39 <sup>ab*</sup>	0.78 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.61 ± 0.25 <sup>ab</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>a</sup>
	3	n.a.	n.a.	0.25 ± 0.00 <sup>ab</sup>	n.a.
Crude protein (%)	1	n.a.	n.a.	3.70 ± 0.04 <sup>a</sup>	n.a.
	2	4.64 ± 0.14 <sup>b</sup>	4.69 ± 0.45 <sup>ab</sup>	3.74 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.36 ± 0.21 <sup>a</sup>
	3	n.a.	n.a.	3.77 ± 0.20 <sup>a</sup>	n.a.
Phenolic content (mg GAE/g dw)	1	n.a.	n.a.	70.35 ± 4.22	n.a.
	2	41.14 ± 2.46	52.65 ± 3.17	51.49 ± 3.08	40.67 ± 2.44
	3	n.a.	n.a.	68.03 ± 5.03	n.a.
Flavonoid (mg QE/g dw)	1	n.a.	n.a.	1.72 ± 0.10	n.a.
	2	1.80 ± 0.10	1.80 ± 0.10	1.75 ± 0.10	1.39 ± 0.08
	3	n.a.	n.a.	1.74 ± 0.07	n.a.
Chlorophyll- <i>a</i> (mg/g)	1	n.a.	n.a.	0.66	n.a.
	2	0.47	0.46	0.55	2.24
	3	n.a.	n.a.	0.37	n.a.
Total Carotenoid (mg/g)	1	n.a.	n.a.	0.19	n.a.
	2	0.17	0.15	0.16	1.06
	3	n.a.	n.a.	0.14	n.a.

The values are expressed as means ± standard deviation, n = 3, n.a.: sample was not found, \*Different superscript letters in the same variable indicate significant differences, \*\*Lower case letters indicate significant differences between seasons, and caps indicate the differences between sampling sites when only two main effects are significant at 0.05 significance level.

The flavonoid contents of seaweed species ranged from 1.39 to 10.62 mg QE/g dw. The maximum flavonoid content was found in *S. schimperi* collected from St.1 in the summer, followed by *P. pavonica*, collected from St.2 in the summer (Table 3, 4). The minimum flavonoid content was recorded in *J. rubens* collected from St.2 in the winter (Table 5). Sahayaraj *et al.* (2014) reported a similar flavonoid content for *P. pavonica* (11.53 mg/g dw). Similar to results obtained for *S. schimperi* and *P. pavonica* in the present study, Marinho *et al.* (2019) reported that the total flavonoid content of brown seaweed, *Saccharina latissima* reached a maximum level in the summer. However, the highest flavonoid value (4.83 mg RE g<sup>-1</sup> dm) reported by Marinho *et al.* (2019) for *S. latissima* was lower than those found for seaweed species except *J. rubens* in this study. The primary photosynthetic pigment, chlorophyll-*a* content, varied between 0.37 and 4.53 mg/g, with the lowest in *J. rubens* and the highest in

*D. dichotoma* (Tables 2, 5). Both seaweeds were collected from St.3 in the autumn. This result shows that the contents of chlorophyll-*a* may show species-specific differences. Palanivelu *et al.* (2012) reported comparatively lower chlorophyll-*a* content in *J. rubens* (0.07 mg/g ww). Chakraborty and Bhattacharya (2012) found chlorophyll-*a* content of *D. dichotoma* as 1.38 mg/g from the Gulf of Kutch (India). These results are consistent with the results of the present study. The total carotenoid contents of seaweed species ranged from 0.14 to 2.83 mg/g. The highest carotenoid level was found in *D. dichotoma* collected from St.3 in autumn, while the lowest value was recorded for *J. rubens* collected from the same site in the autumn (Tables 2, 5). Similar to the results of the present study, Sukalyan and Santra (2008) found the highest carotene level in *Dictyota ceylanica* Kützinger. Moreover, Etemadian *et al.* (2017) stated that there was more carotene in brown algae, as was found in this study. The carotenoid levels of seaweed species found in the

present study were relatively higher than those reported by Chinnadurai *et al.* (2013) for six seaweed species (0.26 - 0.63 mg/g). However, the carotenoid contents of the seaweed species in the present study were lower than those of eight different seaweeds whose carotenoid levels were found between 18.85-29.02 mg/g in Sunderban (India) (Sukalyan and Santra, 2008). Godinez-Ortega *et al.* (2008) expressed that chlorophyll-*a* and carotenoid contents of seaweeds could vary according to light intensity. Similarly, Necchi and Zucchi (2001) highlighted that environmental conditions such as temperature, light intensity and period of light might affect the pigment content.

The biochemical analyses showed marked variations among species. Although comparatively low crude protein, lipid, flavonoid and pigment levels were observed, the highest ash levels were found in *J. rubens*, a heavily calcified alga. Renaud and Luong-Van (2006) stated that calcified seaweeds were rich in ash but low in nutrients. This suggests that red seaweed *J. rubens* may be a good source of minerals (Dixit and Reddy, 2017). On the other hand, brown seaweed *S. schimperi* contained the highest amount of TPC and TFC, which may have potential important roles in promoting human health due to their antioxidant, anti-aging and anti-carcinogenic properties. Moreover, seaweed carotenoids are strong antioxidants that prevent cardiovascular and neurodegenerative diseases and cancer (Boominathan and Mahesh, 2015). In this study, *D. dichotoma* showed the highest chlorophyll-*a* and carotene content, while red seaweed *J. rubens* had the lowest pigment levels.

## Conclusion

Apart from their direct consumption, the substances extracted from seaweeds can be used in many applications, such as antioxidant and antibacterial agents in the food industry and for human health. The biochemical composition of the sampled seaweeds has the potential as antioxidant and mineral sources for functional uses, but differences were observed depending on the species, geographical location and season. Among the investigated species, *S. schimperi* and *J. rubens* seem to be the best source of phenolic and minerals, respectively. More studies are needed to evaluate the nutritional value and functional properties of these seaweeds as food supplements and for other industrial uses.

## Acknowledgement

This study was produced from İbrahim Gür's MSc Thesis. The authors are grateful to the Scientific Research Project Fund of Cukurova University for their support of Research Project (SÜF2013YL4). A part of this study was presented at the FABA 2014 Symposium held in Trabzon, Türkiye.

## Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Author Contributions

Sevim Polat and İbrahim Gür planned and designed the research. İbrahim Gür performed the sample collection and chemical analysis. All authors contributed to the writing of the final manuscript.

## Ethics Approval

This article does not contain any studies with human or animal subjects.

## References

- AOAC (1990). Official Methods of Analysis of AOAC International. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Method 950.46, Moisture in Meat. Washington, DC: USA.
- AOAC (1998a). Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. Method 938.08, Ash of seafood: Fish and other marine products. Gaithersburg, MD: USA.
- AOAC (1998b). Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. Method 955.04, Nitrogen (Total) in Seafood. Fish and Other Marine Products. Gaithersburg, MD: USA.
- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenol oxidase in *Beta Vulgarise*, *Plant Physiology*, 2, 1-15.
- Aysel, V., Erdugan, H., & Okudan, E.Ş. (2006a). Marine algae and seagrasses of Adana (Mediterranean, Turkey), *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 12, 35-57.
- Aysel, V., Erdugan, H., & Okudan, E.Ş. (2006b). Marine algae and seagrasses of Hatay Mediterranean, Turkey), *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 12, 159-179.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal Biochemistry Physiology*, 37, 911-917.
- Boominathan, M., & Mahesh, A. (2015). Seaweed carotenoids for cancer therapeutics. In: *Handbook of Anticancer Drugs from Marine Origin* (edited by S.K. Kim) (pp.185-203). Cham, Switzerland: Springer.
- Caf, F., Şen Özdemir, N., Yılmaz, Ö., Durucan, F., & Ak, İ. (2019). Fatty acid and lipophilic vitamin composition of seaweeds from Antalya and Çanakkale (Turkey), *Grasas Y Aceites* 70 (3), 1-7. doi:10.3989/gya.0704182
- Chakraborty, S., & Bhattacharya, T. (2012). Nutrient composition of marine benthic algae found in the Gulf of Kutch coastline, Gujarat India, *Journal Algal Biomass*, 3, 32-38.
- Chauhan, V., & Chauhan, A. (2006). Oxidative stress in Alzheimer's disease, *Pathophysiology*, 13, 195-208. doi.org/10.1016/j.pathophys.2006.05.004

- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., & Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods, *Journal of Food Drug Analysis*, 10, 178-182. doi.org/10.38212/2224-6614.2748
- Chinnadurai, S., Karthik, G., Chermapandi P., & Hemalatha, A. (2013). Estimation of Major Pigment Content in Seaweeds Collected from Pondicherry Coast, *The Experiment*, 9 (1), 522-525.
- Connan, S., Deslandes, E., & Gall, E.A. (2007). Influence of day–night and tidal cycles on phenol content and antioxidant capacity in three temperate intertidal brown seaweeds, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349, 359-369. doi.org/10.1016/j.jembe.2007.05.028
- Dixit, D., & Reddy, C. R. K. (2017). Non-Targeted Secondary Metabolite Profile Study for Deciphering the Cosmeceutical Potential of Red Marine Macro Alga *Jania rubens*-An LCMS-Based Approach" *Cosmetics*, 4(4), 45. doi.org/10.3390/cosmetics4040045
- Etemadian, Y., Shabanpour, B., Ghaemi, V., & Kordjazi.M. (2017). Compare the chlorophyll amount in three brown algae species of the Persian Gulf by using three solvents and applying two formulas, *International Journal of Biochemistry, Biophysics & Molecular Biology*, 2 (6), 77-79. doi: 10.11648/j.ijbbmb.20170206.14
- Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses, *Trends in Food Science Technology*, 10, 25-28. doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00015-1
- Fox, J., & Weisberg, S. (2011). *An R Companion to Applied Regression. Second Edition*. Thousand Oaks CA: Sage, <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/>
- Gámez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J.A., Medina-Juarez, L.A. et al. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 76, 1445-1447. doi.org/10.1007/s11746-999-0182-4
- Godínez-Ortega, J.L., Snoeijs, P., Robledo, D., Freile-Peigrin, Y., & Pedersen M. (2008). Growth and pigment composition in the red alga *Halymenia floresii* cultured under different light qualities, *Journal of Applied Phycology*, 20, 253-260. doi.org/10.1007/s11746-999-0182-4
- Güner, A., & Yavasoglu, N.K. (2018). Evaluation of antioxidant, antimicrobial and antimutagenic activity with irritation effects of *Ceramium rubrum* (Red Algae) extract, *International Journal of Secondary Metabolites*, 5, 279-287. doi.org/10.21448/ijsm.432654
- Haroon, A., Szaniawska, A., Normant, M., & Janas, U. (2000). The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. from the Gulf of Gdansk coast on the southern Baltic Sea, *Oceanologia*, 116/117, 513-516.
- Hothorn, T., Bretz, F., & Westfall, P. (2008). Simultaneous inference in general parametric Models, *Biometrical Journal*, 50, 346-363. doi.org/10.1002/bimj.200810425
- İrkin, L.C., & Erdugan, H. (2016). Seasonal variation in ash, lipid and protein contents of *Scytosiphon lomentaria* Lyngbye and *Palisada perforata* Bory de Saint-Vincent along Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey, *Marine Science and Technology Bulletin*, 4 (2), 1-4.
- İrkin, L.C., & Erduğan, H. (2017). Investigation of seasonal variations in biochemical composition of some red algae distributed in the Strait of Çanakkale (Dardanelles), Turkey, *Archive of Applied Science Research*, 9, 1-8.
- Kalasariya, H.S., Yadav, V.K., Yadav, K.K., Tirth, V., Algahtani, A., Islam, S., Gupta, N., & Jeon, B-H. (2021). Seaweed-based molecules and their potential biological activities: An eco-sustainable cosmetics, *Molecules*, 26, 5313. doi.org/10.3390/molecules26175313
- Kirk, J.T.O., & Allen, R.L. (1965). Dependence of chloroplast pigments synthesis on protein synthetic effect on actinon, *Biochemical and Biophysical Research*, 27, 523-530.
- Kostetsky, E.Y., Goncharova, S.N., Sanina, N.M., & Shnyrov, V.L. (2004). Season influence on lipid composition of marine macrophytes, *Botanica Marina*, 47, 134-139. doi.org/10.1515/BOT.2004.013
- Kumar, C.S., Ganesan, P., Suresh, P.V., & Bhaskar N. (2008). Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds - A review, *Journal of Food Science and Technology*, 45, 1-13.
- Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C.R.K., & Jha, B. (2011). Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds, *Journal of Food Composition Analysis*, 24, 270-278. doi.org/10.1016/j.jfca.2010.07.007
- Machu, L., Misurcova, L., Ambrozova, J.V., Orsavova, J., Mlcek, J., Sochor, J., & Jurikova, T. (2015). Phenolic content and antioxidant capacity in algal food products, *Molecules*, 20, 1118-1133. doi.org/10.3390/molecules20011118
- Marinho, G.S., Sørensen, A.D.M., Safafar, H., Pedersen, A.H., & Holdt, S.L. (2019). Antioxidant content and activity of the seaweed *Saccharina latissima*: A seasonal perspective. *Journal of Applied Phycology*, 31, 1343–1354. doi: 10.1007/s10811-018-1650-8
- Marshall, S., Scott, G.W., & Tobin, M.L. (2007). Comparison of nutritive chemistry of a range of temperate seaweeds, *Food Chemistry*, 100, 1331-1336. doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.029

- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N.M., Muhammad, K., & Ming, C.H. (2008). Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo, *Journal of Applied Phycology*, 20, 367-373. doi:10.1007/s10811-007-9264-6
- Necchi, O., & Zucchi, M.R. (2001). Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture, *Phycological Research*, 49, 103-114. doi.org/10.1111/j.1440-1835.2001.tb00240.x
- Nedumaran, T., & Arulbalachandran, D. (2015). *Seaweeds: A Promising Source for Sustainable Development*. In: Thangavel P, Sridevi G (Eds.) *Environmental Sustainability* (pp. 65-88).
- Nelson, M.M., Phleger, C.F., & Nichols, P.D. (2002). Seasonal lipid composition in macroalgae of the Northeastern Pacific Ocean, *Botanica Marina*, 45, 58-65. doi.org/10.1515/BOT.2002.007
- Palanivelu, A., Darsis, A., & Arunkumar, K. (2012). Nutraceutical values of seaweeds found along the Coast of Thondi (Palk Bay, India) with specific investigation on fatty acids methyl esters through GC/MS, *Journal of Green Bioenergy*, 1, 3-18.
- Peñalver, R., Lorenzo, J.M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., & Nieto, G. (2020). Seaweeds as a functional ingredient for a healthy diet, *Marine Drugs*, 18, 1-27. doi.org/10.3390/md18060301
- Parthiban, C., Saranya, C., Girija, K., Hemalatha, A., Suresh, M., & Anantharaman, P. (2013). Biochemical composition of some selected seaweeds from Tuticorin coast, *Advances in Applied Science Research*, 4, 362-366.
- Polat, S., & Özoğul, Y. (2008). Biochemical composition of some red and Brown macroalgae from the Northeastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59, 566-572. doi.org/10.1080/09637480701446524
- Polat, S., & Özoğul, Y. (2009). Fatty acid, mineral and proximate composition of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast, *Italian Journal Food Science*, 21, 317-324.
- Polat, S., Özoğul Y., & Küley Boğa, E. (2012). Protein, lipid and fatty acid composition of some brown and red seaweeds from the coast of Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean), *Journal of Fisheries Sciences.com*, 6, 107-113. doi: 10.3153/jfsc.com.2012014
- Polat, S., & Özoğul, Y. (2013). Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast, *Oceanologia*, 55, 375-391. doi.org/10.5697/oc.55-2.375
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna Austria. <https://www.R-project.org/>
- Radha, P. (2018). Proximate analysis and mineral composition of seaweeds of Manamelkudi coast, Pudukkottai District, India, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(8): 3121-3128. doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.333
- Ratana-arporn, P.A., & Chirapart, A. (2006). Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*, *Kasetsart Journal Natural Science*, 40, 75-83.
- Renaud, S.M., & Luong-Van, J.T. (2006). Seasonal variation in the chemical composition of tropical Australian marine macroalgae, *Journal of Applied Phycology*, 18, 381-387. doi.org/10.1007/s10811-006-9034-x
- Rupérez, P. (2002). Mineral content of edible marine seaweeds, *Food Chemistry*, 79, 23-26. doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00171-1
- Sahayaraj, K., Asharaja, A.C., Rajesh, S., & Martin Rathi, J.A. (2014). Qualitative and quantitative profiles of secondary metabolites of chosen Chlorophyta and Ochrophyta from Gulf of Mannor, *Cahiers de Biologie Marine*, 55, 69-76.
- Saygılı, E. I., Naz, M., Okudan, E. S., Çetin, Z., Benlier, N., Ögüt, E., Güngör, M., Bakır, S.B., Karadeniz, P.G., Veziroglu, S., Gülses, A., Depci, T., Aktas, O.C., & Sayın, S. (2022). The determination of the molecular weight profiles and biochemical compositions eight macroalgae species from Turkey, *International Aquatic Research*, 14(2), 117-125. doi:10.22034/iar.2022.1949245.1226
- Sukalyan, C., & Santra, S.C. (2008). Biochemical composition of eight benthic algae collected from Sunderban, *Indian Journal of Marine Sciences*, 37, 329-332.
- Tabarsa, M., Rezai, M., Ramezanpour, Z., Waaland, J.R., & Rabirei, R. (2012). Fatty acids, amino acids, mineral contents and proximate composition of some brown seaweeds, *Journal of Phycology*, 48, 285-292. doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01122.x
- Taşkın, E. (2014). Comparison of the brown algal diversity between four sea coasts of Turkey, *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 3, 145-150.
- Turan, F., Özgün, S., Sayın, S., & Özyılmaz, G. (2015). Biochemical composition of some red and green seaweeds from Iskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey, *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 21, 239-249.
- Thirumaran, G., Manivannan, K., Karthikai, D.G., Ananthamaram, P., & Balasubramanian, T. (2009). Photosynthetic pigments of different colour strains of the cultured seaweeds *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex P.Silva in Valler Estuary, *Academic Journal of Plant Science*, 2, 150-153.

- Wang, B.G., Zhang, W.W., Duan, X.J., & Li, X.M. (2009). In vitro antioxidative activities of extract and semi-purified fractions of the marine red alga, *Rhodomela confervoides* (Rhodomelaceae), *Food Chemistry*, 113, 1101-1105. doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.078
- Yeşilova, K., Balkis, N., & Taşkın, E. (2017). Seasonal investigation of the protein, carbohydrate and lipid contents of dominant macroalgae on the western coast of the Black Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (1), 46-55.
- Yılmaz, M., Türker, G., & Ak, İ. (2021). The Effect of Different Solvents on Antioxidant Properties of *Gongolaria barbata* (Phaeophyceae). *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 4(2), 197-201. doi:10.46384/jmsf.1021387
- Zeileis, A. (2004). Econometric computing with HC and HAC covariance matrix estimators, *Journal of Statistical Software*, 11, 1-17. doi.org/10.18637/jss.v011.i10

RESEARCH ARTICLE

## Investigation of Antibacterial Effects of Different Plant Extracts and Essential Oils on Bacteria Isolated from Lakerda Products

Dilek Kahraman Yılmaz<sup>1</sup>, Nermin Berik<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-9626-5446>

<https://orcid.org/0000-0003-3015-8688>

Received: 02.05.2023 / Accepted: 01.06.2023 / Published online: 04.07.2023

**Key words:**

Antimicrobial  
Lakerda  
Clove  
Citrus flowers  
Orange peel  
GC/MS

**Abstract:** In this study, the *in vitro* antimicrobial effects of citrus flower, clove and orange peel essential oils and ethanolic extracts on different bacteria isolated from lakerda samples were investigated. It was determined that essential oils were more effective than ethanolic extracts. Citrus flower and clove essential oils showed strong effects on *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus pasteurii*, *Staphylococcus equorum*, *Carnobacterium mobile*, *Carnobacterium maltaromaticum*, *Vibrio hibernica* and *Vibrio rumoiensis*. Essential oils showed the highest inhibitory effect on *C. mobile*. It was found that the essential oil of citrus flower and clove were effective on *C. mobile* at concentrations 0.00977% and 0.00488%, respectively. It was determined that citrus essential oil provided a stronger inhibition on *Staphylococcus pasteurii* at a concentration of 0.3125%. The clove essential oil at a concentration of 1.25% had the least effect on *S. pasteurii*. In this study, it was determined that the essential oils of citrus flowers and clove had strong inhibitory effects on the tested bacteria. In conclusion, our findings supports that addition of citrus flowers and clove essential oils to lakerda had positive effects with respect to food safety.

**Anahtar kelimeler:**

Antibakteriyel  
Lakerda  
Karanfil  
Turunç çiçeği  
Portakal kabuğu  
GC/MS

### Farklı Bitki Ekstrakt ve Esansiyel Yağların Lakerda Örneklerinden İzole Edilen Bakteriler Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

**Öz:** Bu çalışmada turunç çiçeği, karanfil tanesi ve portakal kabuğu yağları ve etanolik ekstraktlarının; lakerda örneklerinden izole edilen bakteriler üzerinde *in vitro* koşullarda antibakteriyel etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre; esansiyel yağların etanolik ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağları; *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus pasteurii*, *Staphylococcus equorum*, *Carnobacterium mobile*, *Carnobacterium maltaromaticum*, *Vibrio hibernica* ve *Vibrio rumoiensis* bakterileri üzerinde güçlü etki göstermiştir. Esansiyel yağlar en yüksek inhibisyon etkisini, *C. mobile* üzerinde göstermiştir. Bu tür üzerinde turunç çiçeği %0,00977 ve karanfil tanesi %0,00488 konsantrasyon ile esansiyel yağlarının etkili olduğu bulunmuştur. Turunç çiçeği esansiyel yağının *Staphylococcus pasteurii* üzerinde %0,3125 konsantrasyon ile daha güçlü bir inhibisyon sağlanmıştır. En az etki %1,25 konsantrasyon ile karanfil esansiyel yağında *S. pasteurii* bakterisine karşı tespit edilmiştir. Bu çalışmada turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının, test edilen bakteriler üzerinde güçlü inhibisyon etkisi olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bulgular gıda güvenliğini sağlamak için lakerdalarda; turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının kullanılabilirliğini desteklemektedir.

### Giriş

Lakerda, İspanyolca bir kelime olup, sevilen anlamına gelen “la kerrida” kelimesinden türemiştir. Lakerda 14. yüzyıl ortalarında ilk kez İspanya’da Yahudi balıkçılar tarafından üretilmiştir. Günümüzde ise “Lakerda” adıyla bilinen, sıklıkla torik ya da palamut balıklarına tuzlama teknolojisinin uygulandığı geleneksel bir üründür (Erkan vd., 2009). Türkiye’de Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgelerinde bu balıkların bol olduğu dönemlerde sıklıkla yapılmakta ve tüketilmektedir. Türkiye dışında en çok

İspanya, İtalya, Yunanistan’da bilinmekte ve tüketilmektedir (Turan vd., 2009; Ormancı, 2013). Lakerda, %15 oranında tuz içeriği ve 5-6 arasında pH oranı ile karakterize olmuş ve ısıtma işlem uygulanmadan tüketilen bir üründür. Lakerda üretimi balıkların bozulmasını önleyerek raf ömrünü arttırmak için yapılırken, günümüzde farklı bir lezzet oluşturma amacı ön plana geçmiştir (Aksu vd., 2013). Lakerda üretiminde mevcut mikroorganizma yükünü büyük ölçüde

\*Corresponding author: [nberik@yahoo.com](mailto:nberik@yahoo.com)

**How to cite this article:** Kahraman Yılmaz, D., & Berik, N. (2023). Investigation of antibacterial effects of different plant extracts and essential oils on bacteria isolated from lakerda products. COMU J. Mar. Sci. Fish, 6(1): 44-55. doi: 10.46384/jmsf.1291400



engelleyecek teknolojik uygulamalar (ısıtım işlem veya basınç uygulaması gibi) kullanılmamaktadır. Gıda güvenliği için üründe bulunan, mikroorganizma kaynaklı risklerinin önlenmesi gerekmektedir. İnsan sağlığını tehdit edebilecek, mikroorganizma risklerinin önlenmesinde; doğal bitki özlerinden de yararlanılmaktadır (Solórzano-Santos ve Miranda-Novales vd., 2012; Chouhan vd., 2017; Varlı vd., 2020).

Bitkilerin yaprak, meyve, kabuk, kök kısımlarından elde edilen esans yağ ve ekstraktlar; içerdikleri kimyasal bileşenlerin farklı etkileriyle, günlük yaşamda geniş bir alanda karşımıza çıkmaktadır. Esansiyel yağlar kimyasal bileşimleri, aromatik özellikleri, farmakolojik ve terapötik etkileri sayesinde (Şengezer ve Güngör, 2008); gıdaların raf ömürlerini uzatmak, aromasını arttırmak, gıdalardaki mikroorganizma risklerini engellemek, bazı hastalık ve yaraları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Parfüm, kozmetik ve temizlik ürünlerinde ise esans maddesi olarak yer almaktadır (Ali ve Blunden, 2003; Lahlou, 2004; Tipu vd., 2006). Tüketicilerin sentetik gıda katkı maddelerinin güvenilirliğine karşı artan endişeleri dikkate alınarak; bitkisel esansiyel yağların antimikrobiyal özellikleri ile ilgili pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Seow vd., 2013). Bu bitkisel kaynaklar arasından, turunçgiller ve karanfil antimikrobiyal özellikleri ile öne çıkmaktadır (Radünz vd., 2019; Ceccato-Antonini vd., 2023).

Turunçgillerin bir türü olan acı portakal (*Citrus aurantium*), Rutaceae familyasına ait bir bitki türüdür (Paul ve Cox 1995). Acı portakal meyvesinin hem kabuğundan hem de çiçeğinden esansiyel yağ elde etmek mümkündür. Özellikle çiçeğinden elde edilen esansiyel yağ neroli yağı olarak bilinmektedir (Kang vd., 2016). *Citrus aurantium* 'un meyvesi, kabuğu, yaprakları çiçeklerinden elde edilen esansiyel yağın; antimikrobiyal, antioksidan, antidiyetik ve diğer farmakolojik etkileri bulunmaktadır (Suntar vd., 2018). Yağın içerdiği moleküller ile gıda, ilaç, kozmetik sektörlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Mannucci vd., 2018).

Karanfil, Mrytaceae (Mersingiller) familyasının bir üyesi olup, dört mevsim yeşil kalabilen ve boyu 20 metre uzunluğa erişebilen *Syzygium aromaticum* ağacından elde edilen bir çeşit çiçek tomurcuğudur. Yaklaşık %14-20 arasında esansiyel yağ içeren karanfilin bileşeni "eugenol" olarak bilinmektedir (Kennouche vd., 2015). Kullanımı yaklaşık M.Ö. 3. yüzyılda başlamış olup; kokusu ve antiseptik özelliği için olduğu bilinmektedir. Dünya mutfaklarında karanfil, gıdalarda aroma verici olarak kullanılmaktadır. Yüksek antimikrobiyal etkisi ile gıda ürünlerinin yanında ilaç ve kozmetik sektörlerinde de kullanılmaktadır (Cai ve Wu, 1996; Chaieb vd., 2007; Kamatou vd., 2012).

Portakal (*Citrus sinensis*) bitkisi Rutaceae familyasına ait odunsu bir bitki olup, Dünya'da en çok tüketilen turunçgil türüdür. Bitkinin meyve, meyve kabuğu, çiçek ve yapraklarından çeşitli esansiyel yağlar elde edilirken; meyve kabuğundan elde edilen yağın içeriğinde limonen oranı yüksektir (Gavahian vd., 2019). Portakal kabuklarından elde edilen esans yağın antimikrobiyal ve

antioksidan etkileri sayesinde; pek çok farklı alanda kullanımı mevcuttur (Ceccato-Antonini vd., 2023).

Bu çalışmada antibakteriyel etkileriyle doğal, ekonomik, sürdürülebilir kaynaklar olan turunç çiçeği, karanfil ve portakal kabuğu esansiyel yağlarının ve etanolik ekstraktlarının lakerda örneklerinden izole edilen bakteriler üzerine antibakteriyel etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu çalışmada doktora tezi kapsamında, lakerda ürünlerinden izole edilen bakteri izolatları kullanılmıştır. Türlerin gen bankası kayıtlarıyla benzerlik oranları karşılaştırılmış ve yüksek benzerlik oranına sahip türler ile çalışılmıştır.

Çoklu antibiyotik direncine sahip bakteri izolatlarının; bazı bitkisel esans yağlarla inhibisyon potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla, esansiyel yağ ve etanolik ekstraktlar laboratuvar ortamında elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan portakal (*Citrus sinensis*) kabukları, karanfil (*Syzygium aromaticum*) taneleri, turunç (*Citrus aurantium*) çiçeği Çanakkale'deki yerel satış noktalarından temin edilmiştir.

### Yöntem

#### *Bitki esans yağları ve ekstraktlarının hazırlanması*

Portakal kabukları, yüzey alanını arttırmak amacıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Turunç çiçekleri ve karanfil taneleri ise bütün halde kullanılmıştır. Elde edilen örneklerden esansiyel yağlar su, ekstraktlar ise alkol kullanılarak elde edilmiştir. Esansiyel yağların eldesinde, su distilasyonu yöntemi ile Clevenger aparatı kullanılmıştır (Clevenger, 1928). Etanolik ekstraksiyon işlemi Soxhlet ekstraktörü kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla; portakal kabukları, karanfil taneleri ve turunç çiçeklerinden 20'şer gram tartılarak her biri 350 mL etil alkol içerisinde ekstrakte edilmiştir (Soxhlet, 1879). Ekstraksiyon işleminden sonra çözelti içindeki alkol rotary evaporatör ile ortamdan uzaklaştırılarak, ekstraktlar yoğunlaştırılmıştır. Bitki ekstraktları ve esansiyel yağlar antibakteriyel testler yapılınca kadar buzdolabında +4°C'de ağzı kapalı, koyu renkli steril şişelerde muhafaza edilmiştir.

#### *Kimyasal bileşenlerin belirlenmesi*

Bitki ekstraktları ve esansiyel yağların içerdiği kimyasal bileşenler GC-MS (Shimadzu GCMS QP 2010 ULTRA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bileşenlerin ayrılması, düşük polarite fazı difenil dimetil polisiloksan ve taşıyıcı gaz helyum içeren bir Rxi-5 ms kılcal kolon (30m; 0,25 mm; 0,25 µm) (Restek Corporation, Bellefonte, PA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fırın sıcaklığı başlangıçta 40°C'ye ayarlanmıştır. Bu sıcaklıkta 3 dakika bekletildikten sonra dakikada 4°C artırılarak, 240°C'ye kadar çıkarılmıştır. Enjeksiyon, 250°C'de 1 µL'lik enjeksiyon hacmi ile bölünmüş modda (ayırıcı 1:5) yapılmıştır. Kütle spektrumu (70 eV) m/z 40-450 amu tarama aralığında, kolonda akış hızı 0,89 mL/dk, basınç

100 kPa ve toplam akış hızı: 8,4 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Analiz toplam 53 dakikada gerçekleştirilmiştir. Test edilen esansiyel yağların ve ekstraktların kromatogramları, Wiley W9N11 marka spektrum kütüphanesinde karşılaştırılarak içerikleri tanımlanmıştır.

### **Antibakteriyel duyarlılık testleri**

#### **Disk difüzyon testi**

Esansiyel yağların ve ekstraktların lakerda ürünlerinden izole edilen bakteriler üzerine antibakteriyel etkisi disk difüzyon testi ile belirlenmiştir (Bauer et al., 1966). Bu amaçla steril kör diskler (Oxoid, CT0998B) 10 µL esansiyel yağ ve etil alkol ekstraktları için ise 2 mg/disk olacak şekilde 10 µL ekstrakt emdirilmiştir. Diskler aseptik şartlar altında kurutulmuştur. Bakteri ekimi yapılan besi yerlerine steril pens yardımıyla hazırlanan diskler belli açıklıkta yerleştirilmiştir. Diskler vibrio türleri için Triptikaz Soya ve diğer bakteri türleri için ise Müller Hinton besi ortamlarına yerleştirilmiştir. Bakteri türüne göre (22°C ve 36°C) uygun sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrasında zon çapları ölçülerek  $\geq 20$  mm ise güçlü inhibisyon,  $< 20-12$  mm ise orta düzey inhibisyon ve  $< 12$  mm ise etkisiz olarak değerlendirilmiştir (Rota vd., 2008).

#### **Minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) ve minimum bakterisidal konsantrasyonu (MBK) testi**

Minimum inhibitör konsantrasyonu analizi Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2018) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. Bitki ekstraktlarının stok solüsyonu (%10) uygun üreme ortamı içerisinde %6 DMSO ve %0,5 tween 80 içerecek şekilde hazırlanmıştır (Turgis vd., 2012). 50 µl besi ortamı 50 µl stok solüsyonu ile 96 plakalar içerisinde karşılaştırılarak iki katlı seyreltme yapılmıştır. Sonrasında kuyucuklara 50 µL bakteri süspansiyonu ( $10^5$  CFU/mL) ilave edilmiştir. Kuyucuklardaki son ekstrakt konsantrasyonu %2,5'dan başlayarak %0,001221'e kadar olacak şekilde ayarlanmıştır. Kontrol kuyucukları 1-100µl bakteri içeren besi ortamı, 2- DMSO, tween 80 ve bitki ekstraktını içeren 100 µl bakterisiz besi ortamı ve 3-100 µl bakterisiz besi ortamından oluşturulmuştur. Plakalar uygun üreme sıcaklığında 24 saat inkübe edilmiştir. MİK değerleri üremeyi inhibe eden konsantrasyona bakılarak belirlenmiştir. Minimum bakterisidal konsantrasyonunun belirlenmesi için ise MİK değeri ve öncesindeki iki seyreltmeden ekimler katı besiyerlerine yapılarak MBK değeri belirlenmiştir (Schwalbe vd., 2007).

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Bitki ekstraktı ve esansiyel yağların kimyasal bileşimi**

Araştırmada kullanılan turunc çiçeği, karanfil ve portakal kabuğu uçucu yağlarının kimyasal bileşeni GC-MS ile analiz edilerek belirlenmiştir. Turunc çiçeği esansiyel yağında en fazla bulunan bileşenlerin linalool (%29,45), linalil asetat (%27,09) ve hotrienil asetat

(%7,78) (Tablo 1) olduğu tespit edilmiştir. Öjenol (%67,06), karyofilen (%22,88), öjenol asetat (%4,22) ve D-limonen (%90,48) ise sırasıyla karanfil uçucu yağında (Tablo 2) ve portakal kabuğu esansiyel yağında (Tablo 3) temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Karanfil etanolik ekstraktında en fazla bulunan temel bileşenlerin öjenol (%65,05), palmitik asit (%16,85) ve tetradekanoik asit (%8,2) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Linalil asetat (%26,11), L-Linalool (%12,86), palmitik asit (%8,34) ve 7-Tetradesenal, (Z)- (%8,34), turunc çiçeği etanolik ekstraktındaki temel bileşenler olarak belirlenmiştir (Tablo 5). Portakal kabuğu etanolik ekstraktının temel bileşenlerinin ise ksantozin (%14,4), gliseraldehit (%11,87) ve dihidroksiaseton (%7,5) olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Bu çalışmada kullanılan esansiyel yağlarda, GC-MS ile tespit edilen bileşenlerin literatürde belirtilen değerlerle benzer olduğu görülmüştür. Diğer çalışmalarda turunc çiçeği esansiyel yağı (Dugo vd., 2010; Anwar vd., 2016), karanfil uçucu yağı (Goñi vd., 2009), portakal kabuğu esansiyel yağı (Waheed vd., 2020), karanfil etanolik ekstraktı (Parthasarathy vd., 2008) ve turunc çiçeği etanolik ekstraktı (Metoui vd., 2015) için belirtilen bileşiklerle bulgularımız benzerlik göstermektedir. Portakal kabuğu etanolik ekstraktı içeriğinde yüksek oranda tespit ettiğimiz ksantozin ve gliseraldehit (2,3-Dihidroksiopropana) bileşenlerinin; literatürde portakal kabuğu ekstraktı içerisindeki varlıkları ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, farklı bitkilerde bu bileşenler bulunabilmektedir (Ashihara vd., 2017; Zhang vd., 2020).

#### **Antibakteriyel duyarlılık**

Bu çalışmada, turunc çiçeği, karanfil tanesi ve portakal kabuğu uçucu yağları ve etanolik ekstraktların, lakerda örneklerinden izole edilen bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkileri; disk difüzyon testi ile belirlenmiştir (Tablo 7). Disk difüzyon testi sonuçları incelendiğinde; esansiyel yağların, etanolik ekstraktlardan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bakteriler üzerindeki etkili esansiyel yağlar turunc çiçeği ve karanfil tanesi olarak belirlenmiştir. Bu nedenle minimum bakterisidal konsantrasyonu testi için bu iki esansiyel yağ kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Turunç çiçeği esansiyel yağının bileşenleri

<b>Alınma Zaman (dk)</b>	<b>Bileşen</b>	<b>Alan %</b>
11,08	beta.-Pinene	0,48
11,77	beta.-Myrcene	0,26
13,2	Limonene	0,65
13,65	2(3H)-Furanone, 5-ethenyldihydro-5-methyl-	0,26
14,97	Linalool oxide cis	4,02
<b>16,12</b>	<b>Linalool</b>	<b>29,45</b>
17,04	Cyclopentanol, 1,2-dimethyl-3-(1-methylethenyl)-, (1.alpha.,2.alpha.,3.alpha.)]- [1R-	0,23
18,54	6,7-Dioxabicyclo[3.2.1]octane, 1-methyl-	0,34
18,76	Epoxy linalool	0,58
19,06	3-cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	0,1
19,57	Terpineol <alpha->	3,83
20,79	2-Oxabicyclo[2.2.2]octan-6-ol, 1,3,3-trimethyl-	0,18
21	Nerol	0,44
21,19	1-Cyclooctene, 3,7-epoxy-4-acetyloxy-	0,15
<b>22,05</b>	<b>Linalyl acetate</b>	<b>27,09</b>
22,65	3,7-Dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol	0,29
23,15	Isopulegyl acetate	0,32
23,7	Carvacrol	0,17
25	8-acetoxylinalool	3,12
25,1	1,7-octadien-3-ol,2,6-dimethyl-	0,13
25,42	2-Oxabicyclo[2.2.2]octan-6-ol, 1,3,3-trimethyl-, acetate	2,78
25,53	3-Nonanol, 1,2:6,7-diepoxy-3,7-dimethyl-, acetate	2,51
25,68	Ho-trienol	2,24
25,86	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	1,13
26,23	4-Hydroxymethylene-2,6-dimethyl-oct-7-en-3-one	0,35
26,51	Geranyl acetate	3,64
26,99	3,7-Nonadien-2-ol, 4,8-dimethyl-	0,76
27,42	3,7-Dimethyl-octa-1,7-dien-3,6-diol	0,41
27,51	8-Acetoxylinalool	0,39
27,77	Trans(beta)-caryophyllene	0,1
27,88	s-(+)-5-(1-Hydroxy-1-methylethyl)-2-methyl-2-cyclohexen-1-one	0,22
29,69	Limonene dioxide 1	0,24
29,81	Bisabolol <alpha->	0,16
29,99	2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, isobutyrate, (Z)-	0,39
30,11	Epoxy-alpha-terpenyl acetate	0,14
<b>30,3</b>	<b>Hotrienyl acetate</b>	<b>7,78</b>
30,72	Linalool oxide <trans->	2,86
30,93	Indan-1,3-diol monopropionate	0,51
32,32	Nerolidol	0,73
32,82	(-)-Spathulenol	0,12
35,35	Octan-2-one, 3,6-dimethyl-	0,12
36,98	Farnesol <cis,cis->	0,15
51,46	Thiogeraniol	0,11

**Tablo 2.** Karanfil tanesi esansiyel yağının bileşenleri

<b>Alınma Zamanı (dk)</b>	<b>Bileşen</b>	<b>Alan %</b>
5,07	1-Octadecanol	0,08
13,89	4-Octanol, 7-methyl-, acetate	0,12
15,8	Heptyl methyl ketone	0,06
16,75	1,5-Heptadiene, 3,3-dimethyl-, (E)-	0,11
18,57	Benzyl acetate	0,06
19,68	Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester	0,31
21,98	Chavicol	0,24
25,37	alpha.-Cubebene	0,26
<b>25,8</b>	<b>Eugenol</b>	<b>67,06</b>
26,31	Copaene <alpha->	0,7
<b>27,82</b>	<b>Caryophyllene</b>	<b>22,88</b>
28,79	cis-muurola-3,5-diene	0,06
28,9	alpha.-Humulene	2,95
29,54	Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	0,17
29,64	alpha.-Amorphene	0,09
30,24	alpha.-selinene	0,06
30,61	Farnesene <(E,E)-, alpha->	0,15
<b>31,2</b>	<b>Eugenol acetate</b>	<b>4,22</b>
31,41	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-	0,18
32,04	Cyclohexane,1,5-diethenyl-2,3-dimethyl-, (1.alpha.,2.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)-	0,05
33,01	Caryophyllene oxide	0,2

**Tablo 3.** Portakal kabuğu esansiyel yağının bileşenleri

<b>Alınma Zamanı (dk)</b>	<b>Bileşen</b>	<b>Alan %</b>
9,43	Alpha pinene	0,54
11	Sabinene	0,17
11,77	Myrcene	2,28
12,23	Caprylaldehyde	0,98
12,45	Carene <delta-3->	0,13
<b>13,28</b>	<b>D-Limonene</b>	<b>90,48</b>
14,42	gamma.-Terpinene	0,11
16,08	Linalool	1,92
16,26	Pelargonaldehyde	0,12
19,05	(-)-Terpinen-4-ol	0,51
19,57	Terpineol <alpha->	0,55
20,15	Decanal	0,68
21,02	Citronellol	0,14
21,46	Z-Citral	0,14
22,55	Geranial	0,18
22,65	Perillaldehyde	0,13
30,18	Valencene	0,66
50,41	Nonacosane	0,14
51,22	Pentacosane	0,15

**Tablo 4.** Karanfil tanesi etanolik ekstraktının bileşenleri

<b>Alıkonma Zamanı (dk)</b>	<b>Bileşen</b>	<b>Alan %</b>
5,19	1,1-Diethoxypropanal	2,53
17,82	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one	0,34
19,06	Caprylic acid	0,45
24,12	2-Methoxy-4-vinylphenol	0,18
<b>25,64</b>	<b>Eugenol</b>	<b>65,05</b>
25,99	Capric acid	1,05
31,22	Eugenol acetate	1,62
32,29	Lauric acid	2,65
<b>38,05</b>	<b>Tetradecanoic acid</b>	<b>8,2</b>
39,47	2,6,10,15,19,23-Hexamethyl-tetracosane-2,10,14,18,22-pentaene-6,7-diol	0,38
40,76	Pentadecanoic acid	0,37
41,23	4,4,8-Trimethyltricyclo[6.3.1.0(1,5)]dodecane-2,9-diol	0,33
<b>43,33</b>	<b>Palmitic acid</b>	<b>16,85</b>

**Tablo 5.** Turunç çiçeği etanolik ekstraktının bileşenleri

<b>Alıkonma Zamanı (dk)</b>	<b>Bileşen</b>	<b>Alan %</b>
5,73	Glyceraldehyde	0,96
6,06	Formamide, N-methoxy-	0,29
7,58	Propanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	0,48
7,89	Dihydroxyacetone	1,21
11,75	2-Hydroxy-gamma-butyrolactone	0,23
11,88	Propanoic acid	0,58
13,36	2 Ethyl hexanol	7,16
13,83	Benzeneacetaldehyde	0,22
14,1	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	0,3
15,33	1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine	0,84
<b>16,14</b>	<b>L-Linalool</b>	<b>12,86</b>
16,61	Phenethyl alcohol	0,42
17,58	Benzyl nitrile	0,62
17,73	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	1,68
19,98	Dodecane	0,36
21,5	1,2,3-Propanetriol, 1-acetate	2,79
21,84	Acetate, 2-hydroxy-2-(3-chloro-4,5-dihydro-5-isoxazolyl)-, ethyl ester	0,92
21,93	2-Phenylethanamide	0,4
<b>22,07</b>	<b>Linalyl acetate</b>	<b>26,11</b>
22,68	2,6-Dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol	0,34
23,37	Indole	0,64
24,1	Guaiacol <4-vinyl->	0,28
24,95	3-Methyl-hepta-1,6-dien-3-ol	0,57

**Tablo 5'in devamı**

25,05	Methylantranilate	0,46
25,12	9-Hydroxy-linalool	2,66
25,95	Decanoic acid	0,74
27,07	Tetradecane	0,88
27,8	Trans(.beta.)-caryophyllene	0,33
28,97	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, [S-(Z)]-	0,25
30,2	Pentylallyl butyrate	1,65
32,28	Dodecanoic acid	0,3
32,35	Nerolidol	1,34
33,41	Hexadecane	0,62
33,72	Quinic acid	1,7
37,01	Farnesol <cis,cis->	0,42
38,04	Tetradecanoic acid	1,4
39,12	Hexadecane	0,31
40,39	Caffeine	0,8
41,89	Xycaine	0,38
42,45	2-Propanamine, 1-(2,6-dimethylphenoxy)-	0,48
<b>43,36</b>	<b>Palmitic acid</b>	<b>8,34</b>
44,17	Hexadecanoic acid, ethyl ester	0,47
45,8	7H-Furo[3,2-g][1]benzopyran-7-one, 4-methoxy-	0,29
47,52	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	3,73
<b>47,66</b>	<b>7-Tetradecenal, (Z)-</b>	<b>8,34</b>
48,18	Octadecanoic acid	2,54
48,33	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-	0,36
51,25	Pentacosane	0,27
52,6	9-Octadecenamide	0,68

**Tablo 6.** Portakal kabuğu etanolik ekstraktının bileşenleri

Alınma Zamanı (dk)	Bileşen	Alan %
5,16	Pyrrolidine-.alpha.,.alpha.,.alpha.',.alpha.'-d4	0,45
<b>5,65</b>	<b>Glyceraldehyde</b>	<b>11,87</b>
6,05	Formamide, N-methoxy-	1,7
7,58	Propanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	2,02
<b>7,93</b>	<b>Dihydroxyacetone</b>	<b>7,5</b>
9,19	2-Hydroxy-2-cyclopenten-1-one	0,39
11,76	3-Isopropoxypropylamine	0,56
13,25	Limonene	2,18
14,05	Pentanoic acid, 4-oxo-	0,23
15,28	Maltyl isobutyrate	0,77
16,13	Linalool	0,43

Tablo 6'nin devamı

17,73	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	2,21
18,01	1,2-Dioxetane, 3,4,4-trimethyl-3-[[trimethylsilyloxy]methyl]-	2,73
18,11	1,2,3-Propanetriol	0,74
18,15	2,5-Dihydroxy-1,4-dioxane	2,36
18,32	dl-Glyceraldehyde dimer	0,85
19,58	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-	6,16
21,5	1,2,3-Propanetriol, monoacetate	4,83
24,11	Guaiacol <4-vinyl->	0,35
25,95	Decanoic acid	0,25
28,3	Cytidine	2,54
<b>28,47</b>	<b>Xanthosine</b>	<b>14,4</b>
30,21	Valencene	0,52
32,27	Lauric acid	0,34
32,41	Acetophenone <3',4'-dimethoxy->	0,67
33,24	3-Deoxy-d-mannoic lactone	5,78
33,64	Quinic acid	0,96
34,07	beta.-D-Glucopyranoside, methyl	3,05
34,26	Megastigmatrienone 4	0,5
34,79	beta.-D-Glucopyranose, 4-O-.beta.-D-galactopyranosyl	0,57
36,14	N-Ethyl-4-propyl-4-nonanamine	0,36
38,03	Tetradecanoic acid	1,43
38,55	1,3-Propanediol, 2-butyl-2-ethyl-	0,72
41,9	Xycaine	0,7
43,32	Palmitic acid	4,4
47,87	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	1,03
47,62	7-Tetradecenal, (Z)-	2,92
48,16	Octadecanoic acid	1,03
48,35	Ethyl linoleolate	0,25
48,57	Hexadecanamide	0,41
50,44	Nonacosane	0,66
51,25	Eicosane	0,24
52,61	9-Octadecenamide	2,13

Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) ve minimum bakterisidal konsantrasyonu (MBK) testi sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir. Turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının test edilen bakteriler üzerinde genel olarak inhibe edici etkisi olduğu bulunmuştur. Minimum inhibisyon konsantrasyonu bulgularına göre; turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının test edilen bakteriler üzerinde %0,00488-%1,25 konsantrasyonlarında etkili olduğu tespit edilmiştir. Minimum bakterisidal konsantrasyon bulgularına göre; bu iki uçucu yağın aynı bakteriler üzerinde %0,01953-%2,5 konsantrasyonlarında etkili olduğu tespit edilmiştir. Esansiyel yağlar en yüksek inhibisyon etkisini

*Carnobacterium mobile* üzerinde göstermiştir. Bu tür üzerinde turunç çiçeği esansiyel yağı %0,00977 ve karanfil tanesi esansiyel yağı %0,00488 konsantrasyonlarında etkili bulunmuştur. Turunç çiçeği esansiyel yağının *Staphylococcus pasteurii* üzerinde %0,3125 konsantrasyon ile daha güçlü bir inhibisyon sağlanmıştır. En az etki %1,25 konsantrasyon ile karanfil esansiyel yağında *S. pasteurii* bakterisine karşı tespit edilmiştir. Bu çalışmada turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağları, test edilen mikroorganizmalar üzerinde en etkili ekstraktlar olarak belirlenmiştir. Turunç çiçeği esansiyel yağının daha önce *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherchia coli*, *Salmonella enterica*,

*Pseudomonas aeruginosa* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterileri üzerinde antibakteriyel etkileri araştırılmış ve *P. aeruginosa* üzerinde güçlü inhibisyona sahip olduğu bildirilmiştir (Haj Ammar vd., 2012). Turunç çiçeğinden farklı çözümler (su, metanol ve etil asetat) kullanarak elde edilen ekstraktların *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *Salmonella Typhimurium* bakterilerini inhibe etmek için denemişlerdir. Çalışma sonucunda metanolik ekstraktın en etkili çözümler olduğu bildirilmiştir (Degirmenci ve Erkurt, 2020). Aynı araştırmacılar test edilen dört farklı bakteri için MİK ve MBK değerlerinin 0,39-25 mg/mL aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Farklı narenciye (limon, portakal,

mandalina, turunç ve greyfurt) türlerinden elde edilen esansiyel yağların, *Pseudomonas fluorescens* ve *Staphylococcus haemolyticus* bakterileri üzerine antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Çalışmada MBK değerlerinin *P. fluorescens* için 40-50 µL/mL ve *S. haemolyticus* için ise 40-150 µL/mL olduğu belirlenmiştir (Al-Deen vd., 2021).

Farklı bir çalışmada gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde turunç yağı denenmiş olup, MİK değerlerinin 2,5-0,312 mg/mL aralığında olduğu rapor edilmiştir (Hsouna vd., 2013).

**Tablo 7.** Bitki ekstraktlarının lakerdadan izole edilen bakteriler üzerine disk difüzyon test sonuçları (zon: disk boyutu dahil mm)

Örnek adı	Bakteri	İzolat no	Esansiyel yağ			Etanolik ekstrakt		
			Turunç çiçeği	Karanfil	Portakal kabuğu	Turunç çiçeği	Karanfil	Portakal kabuğu
A	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1	12	20	0	0	16	0
B	<i>Staphylococcus pasteurii</i>	1	40	24	0	0	12	0
B	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	1	18	18	0	0	10	0
A	<i>Staphylococcus equorum</i>	1	36	40	16	14	16	0
C	<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1	20	18	0	0	0	0
D	<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1	32	34	0	0	14	0
E	<i>Carnobacterium mobile</i>	1	10	12	0	0	0	0
F	<i>Vibrio hibernica</i>	1	36	34	16	0	18	0
F	<i>Vibrio rumoiensis</i>	1	38	32	14	0	18	0

A, B ve E: Balıkçı örnekleri, C, D ve F: Balık market örnekleri

Radünz vd. (2019) karanfil esansiyel yağının *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *Salmonella Typhimurium* için disk difüzyon test sonuçlarını sırasıyla 2,83 cm, 2,81 cm, 2,47 cm ve 2,22 cm olarak bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar test edilen dört bakteri için MİK değerini 0,304 mg/mL olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar, karanfil tanesi esansiyel yağının üç farklı *Staphylococcus* türü üzerindeki etkisini incelediğimiz çalışmamızda 24-40 mm (2,4-4 cm) çap ve 0,15625-1,25% MİK değerleri ile benzerlik göstermektedir. Farklı turunçgillerden (limon, portakal, mandalina, turunç ve greyfurt) elde edilen esansiyel yağların farklı gram negatif ve gram pozitif bakteriler üzerine antibakteriyel etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre; MBK değerleri *P. fluorescens* için 40-50 µL/mL ve *S. haemolyticus* için 40-150 µL/mL olarak tespit edilmiştir (Al-Deen vd., 2021). Ancak, çalışmamızda disk

difüzyon testi sonuçlarına göre portakal kabuğu bu iki bakteri türü üzerinde etkisiz bulunduğundan MİK ve MBK testlerine devam edilmemiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların bakteri izolatlarının menşesindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürde turunç çiçeği esansiyel yağının *Carnobacterium* türleri üzerindeki antibakteriyel etkisi ile ilgili bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Ouattara vd. (1997) *Carnobacterium piscicola* bakterisinin inhibisyonu için karanfil esansiyel yağının %1'lik konsantrasyonunun yeterli olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada altı farklı *Carnobacterium* izolatına turunç çiçeği ve karanfil esansiyel yağlarının etkisi araştırılmış olup; elde ettikleri MİK değerlerinin çalışmamızdaki karanfil yağı için bulunan MİK değerlerinden, daha yüksek olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada *Vibrio harveyi* ve *Vibrio ichthyoenteri* bakterileri için MİK değeri %0,125 ve MBK değeri ise %0,25 olarak rapor edilmiştir (Pathirana vd., 2019). Farklı *Vibrio* türleri ile yapılan bir çalışmada altı adet *Vibrio alginolyticus*, dokuz adet *Vibrio parahaemolyticus*, bir adet *Vibrio vulnificus* ve bir adet *Vibrio fluvialis* suşu üzerinde karanfil esansiyel yağının etkisi araştırılmış ve MİK değerlerinin 0,156-0,756 mg/mL arasında, MBC değerlerinin ise 0,625-5 mg/mL arasında olduğu tespit edilmiştir (Snoussi vd., 2008). Bu bulgular; bakteri türünün farklı suşlarında dahi, antibakteriyel etkinin görüldüğü konsantrasyonlarda farklılık olabileceğini göstermektedir.



**Tablo 8.** Bitki esansiyel yağlarının lakerdadan izole edilen bakteriler üzerinde minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) ve minimum bakterisidal konsantrasyonu (MBK) (%)

Örnek adı	Bakteri	İzolasyon no	MİK		MBK	
			Turunç çiçeği Esansiyel yağı	Karanfil Esansiyel yağı	Turunç çiçeği Esansiyel yağı	Karanfil Esansiyel yağı
A	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1	0,3125	0,625	0,625	1,25
B	<i>Staphylococcus pasteurii</i>	1	0,3125	1,25	0,625	2,5
B	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	1	0,07813	0,625	0,15625	1,25
A	<i>Staphylococcus equorum</i>	1	0,07813	0,15625	0,3125	0,3125
C	<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1	0,3125	0,07813	0,625	0,15625
D	<i>Carnobacterium maltaromaticum</i>	1	0,07813	0,07813	0,15625	0,15625
E	<i>Carnobacterium mobile</i>	1	0,00977	0,00488	0,03906	0,01953
F	<i>Vibrio hibernica</i>	1	0,3125	0,07813	0,3125	0,07813
F	<i>Vibrio rumoiensis</i>	1	0,01953	0,07813	0,01953	0,07813

A, B ve E: Balıkçı örnekleri, C, D ve F: Balık market örnekleri

### Sonuç

Bu çalışmada; turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının, test edilen bakteriler üzerinde güçlü inhibisyon etkisi olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak elde ettiğimiz bulgular; lakerda ürünlerinde gıda güvenliği açısından istenmeyen bazı bakterilere karşı doğal koruyucu olarak, turunç çiçeği ve karanfil tanesi esansiyel yağlarının kullanılabilirliğini desteklemektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi “FDK-2020-3334 numaralı” projesi olarak desteklenmiştir. Dilek Kahraman Yılmaz’ın Prof. Dr. Nermin Berik danışmanlığında yürütülen doktora tezinden hazırlanmıştır. Türkiye Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) 100/2000 burs programının desteğine teşekkür ederiz. Dr. Fevziye Işıl Kesbiç’e; örneklerin GC/MS analizleri aşamasındaki destekleri için teşekkür ederiz.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Yazar Katkıları

Dilek Kahraman Yılmaz ve Nermin Berik çalışmayı planladı. Tüm yazarlar veri toplama ve analiz etmede, sonuçları tartışmada ve makalenin son şeklini almasında katkıda bulundular.

### Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

### Kaynaklar

- Aksu, F., Uran, H., & Varlık, C. (2013). Geleneksel bir su ürünü “Palamut Lakerdası”. *Dünya Gıda Dergisi*, 8, 26-28.
- Al-Deen, R. B., Aloklah, B., & Al-Amir, L. (2021). Chemical composition and antibacterial activity of the peel essential oils extracted from citrus fruits. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 2(2), 114-123.
- Ali, B.H., & Blunden, G. (2003). Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research: An international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives*, 17(4), 299-305. doi.org/10.1002/ptr.1309
- Anwar, S., Ahmed, N., Speciale, A., Cimino, F., & Saija, A. (2016). Bitter orange (*Citrus aurantium* L.) oils. In *Essential oils in food preservation, flavor and safety* (pp. 259-268). Academic Press. doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00029-8
- Ashihara, H., Mizuno, K., Yokota, T., & Crozier, A. (2017). Xanthine alkaloids: occurrence, biosynthesis, and function in plants. In: *Progress in the chemistry of organic natural products* (Kinghorn, A. D., Falk, H., Gibbons, S., & Kobayashi, J. I. eds.) Volume 105, pages 1-88.
- Aydın, A., & Alçiçek, A. (2018). Effects of the supplementation of essential oil isolated from orange peel (*Citrus sinensis* L.) to broiler diets on the performance. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2), 127-135. doi.org/10.30910/turkjans.421348

- Bauer, A., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single diffusion method. *Am. J. Clin. Pathol.*, 45, 493-496.
- Cai, L., & Wu, C. D. (1996). Compounds from *Syzygium aromaticum* possessing growth inhibitory activity against oral pathogens. *Journal of Natural Products*, 59(10), 987-990.
- Ceccato-Antonini, S. R., Shirahigue, L. D., Varano, A., da Silva, B. N., Brianti, C. S., & de Azevedo, F. A. (2023). Citrus essential oil: would it be feasible as antimicrobial in the bioethanol industry? *Biotechnology Letters*, 45, 1-2. <https://doi.org/10.1007/s10529-022-03320-4>
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A. B., Rouabhia, M., Mahdouani, K., & Bakhrouf, A. (2007). The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. *Phytotherapy research*, 21(6), 501-506. [doi.org/10.1002/ptr.2124](https://doi.org/10.1002/ptr.2124)
- Chouhan, S., Sharma, K., & Guleria, S. (2017). Antimicrobial activity of some essential oils—present status and future perspectives. *Medicines*, 4(3), 58. [doi.org/10.3390/medicines4030058](https://doi.org/10.3390/medicines4030058)
- Clevenger, J.F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil. *Journal of the American Pharmacists Association*, 17(4), 345-349
- Dugo G, Peyron L, Bonaccorsi I, Dugo G and Mondello L, (2010). Extracts from the bitter orange flowers (*Citrus aurantium* L.): Composition and adulteration. In: Citrus oils. Composition, advanced analytical techniques, contaminants, and biological activity (Dugo G and Mondello L eds.), pages 333-348
- Erkan, N., Tosun, S.Y., Alakavuk, D.Ü., & Ulusoy, Ş. (2009). Keeping quality of different packaged salted Atlantic Bonito “Lakerda”, *Journal of Food Biochemistry*, 33,5, 728-744. [doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00247.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00247.x)
- Gavahian, M., Chu, Y. H., & Mousavi Khaneghah, A. (2019). Recent advances in orange oil extraction: An opportunity for the valorisation of orange peel waste a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 925-932. [doi.org/10.1111/ijfs.13987](https://doi.org/10.1111/ijfs.13987)
- Goñi, P., López, P., Sánchez, C., Gómez-Lus, R., Becerril, R., & Nerín, C. (2009). Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry*, 116(4), 982-989. [doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.058](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.058)
- Haj Ammar, A., Bouajila, J., Lebrhi, A., Mathieu, F., Romdhane, M., & Zagrouba, F. (2012). Chemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of *Citrus aurantium* L. flowers essential oil (Neroli oil). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 15(21), 1034-1040. [doi.org/10.3923/pjbs.2012.1034.1040](https://doi.org/10.3923/pjbs.2012.1034.1040)
- Hsouna, A. B., Hamdi, N., Halima, N. B., & Abdelkafi, S. (2013). Characterization of essential oil from *Citrus aurantium* L. flowers: antimicrobial and antioxidant activities. *Journal of Oleo Science*, 62(10), 763-772. [doi.org/10.5650/jos.62.763](https://doi.org/10.5650/jos.62.763)
- Kamatou, G. P., Vermaak, I., & Viljoen, A. M. (2012). Eugenol—from the remote Maluku Islands to the international market place: a review of a remarkable and versatile molecule. *Molecules*, 17(6), 6953-6981. [doi.org/10.3390/molecules17066953](https://doi.org/10.3390/molecules17066953)
- Kang, P., Ryu, K. H., Lee, J. M., Kim, H. K., & Seol, G. H. (2016). Endothelium-and smooth muscle-dependent vasodilator effects of *Citrus aurantium* L. var. amara: Focus on Ca<sup>2+</sup> modulation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 82, 467-471. [doi.org/10.1016/j.biopha.2016.05.030](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.05.030)
- Kenouche, A., Benkaci-Ali, F., Scholl, G., & Eppe, G. (2015). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Eugenia caryophyllata* cloves extracted by conventional and microwave techniques. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 5(1), 1-11. [doi.org/10.1080/22311866.2014.961100](https://doi.org/10.1080/22311866.2014.961100)
- Lahlou, M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(6), 435-448. [doi.org/10.1002/ptr.1465](https://doi.org/10.1002/ptr.1465)
- Mannucci, C., Calapai, F., Cardia, L., Inferrera, G., D'Arena, G., Di Pietro, M., & Calapai, G. (2018). Clinical Pharmacology of *Citrus aurantium* and *Citrus sinensis* for the Treatment of Anxiety. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 2018. [doi.org/10.1155/2018/3624094](https://doi.org/10.1155/2018/3624094)
- Metoui, N., Gargouri, S., Amri, I., Fezzani, T., Jamoussi, B., & Hamrouni, L. (2015). Activity antifungal of the essential oils; aqueous and ethanol extracts from *Citrus aurantium* L. *Natural product research*, 29(23), 2238-2241. [doi.org/10.1080/14786419.2015.1007136](https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1007136)
- Ormancı, H.B. (2013). Palamut (*Sarda sarda*) lakerdasının olgunlaşması süresince serbest amino asit ve biyojen amin oluşumunun ürün kalitesine etkileri. Doktora tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale, Türkiye, 143 s.
- Ouattara, B., Simard, R. E., Holley, R. A., Piette, G. J. P., & Bégin, A. (1997). Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International journal of food microbiology*, 37(2-3), 155-162.
- Parthasarathy, V. A., Chempakam, B., & Zachariah, T. J. (2008). *Chemistry of spices*. CABI International, Wallingford, USA. 464 pages.

- Pathirana, H. N. K. S., Wimalasena, S. H. M. P., De Silva, B. C. J., Hossain, S., & Heo, G. (2019). Antibacterial activity of clove essential oil and eugenol against fish pathogenic bacteria isolated from cultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Slov. Vet. Res.*, *56*, 31-38. doi.org/10.26873/SVR-590-2018
- Paul, A., & Cox, P. A. (1995). An ethnobotanical survey of the uses for *Citrus aurantium* (Rutaceae) in Haiti. *Economic Botany*, 249-256.
- Radünz, M., da Trindade, M. L. M., Camargo, T. M., Radünz, A. L., Borges, C. D., Gandra, E. A., & Helbig, E. (2019). Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. *Food Chemistry*, *276*, 180-186. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.173
- Rota, M. C., Herrera, A., Martínez, R. M., Sotomayor, J. A., & Jordán, M. J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food control*, *19*(7), 681-687. doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.007
- Schwalbe, R., Steele-Moore, L., & Goodwin, A. C. (2007). *Antimicrobial susceptibility testing protocols*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, pages 428.
- Seow, Y. X., Yeo, C. R., Chung, H. L., & Yuk, H. G. (2013). Plant essential oils as active antimicrobial agents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *54*(5), 625-644. https://doi.org/10.1080/10408398.2011.599504
- Snoussi, M., Hajlaoui, H., Noumi, E., Usai, D., Sechi, L. A., Zanetti, S., & Bakhrouf, A. (2008). In-vitro anti-Vibrio spp. activity and chemical composition of some Tunisian aromatic plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *24*, 3071-3076.
- Solórzano-Santos, F., & Miranda-Novales, M. G. (2012). Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current opinion in biotechnology*, *23*(2), 136-141. doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.005
- Soxhlet, F.V. (1879). Die gewichtsanalytische bestimmung des milchfettes. *Dingler's Polytechnisches Journal*, *232*, 461-465.
- Degirmenci, H., & Erkurt, H. (2020). Chemical profile and antioxidant potency of *Citrus aurantium* L. flower extracts with antibacterial effect against foodborne pathogens in rice pudding. *LWT*, *126*, 109273. doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109273
- Suntar, I., Khan, H., Patel, S., Celano, R., & Rastrelli, L. (2018). An overview on *Citrus aurantium* L.: Its functions as food ingredient and therapeutic agent. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2018*. doi.org/10.1155/2018/7864269
- Şengezer, E., & Güngör, T. (2008). Esansiyel yağlar ve hayvanlar üzerindeki etkileri (derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *48*(2), 101-110.
- Tipu, M. A., Akhtar, M. S., Anjum, M. I., & Raja, M. L. (2006). New dimension of medicinal plants as animal feed. *Pakistan Veterinary Journal*, *26*(3), 144-148.
- Turan, H., Kaya, Y., & Kocatepe, D. (2009). Geleneksel bir gıdamız; Lakerda. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, Van, 111-114.
- Turgis, M., Vu, K. D., Dupont, C., & Lacroix, M. (2012). Combined antimicrobial effect of essential oils and bacteriocins against foodborne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Research International*, *48*(2), 696-702. doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.016
- Varlı, M., Hancı, H., & Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, *1*(1), 24-32.
- Waheed, A., Akram, S., Ashraf, R., Mushtaq, M., & Adnan, A. (2020). Kinetic model and optimization for enzyme-assisted hydrodistillation of d-limonene-rich essential oil from orange peel. *Flavour and Fragrance Journal*, *35*(5), 561-569. doi.org/10.1002/ffj.3598
- Zhang, J., He, S., Wang, J., Wang, C., Wu, J., Wang, W., & Li, F. (2020). A Review of the traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology, pharmacokinetics, and toxicology of *Corydalis yanhusuo*. *Natural Product Communications*, *15*(9). doi.org/10.1177/1934578X20957752

# 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

# A Checklist of Marine Ornamental Molluscs of India: A Case Study from Dwarka and Bet-Dwarka, Gujarat

Mayurdan Gadhavi\*, Zahra Makda, Dudhagara Darshita, Shiyani Jenisha, Shabanam Saiyad

Department of Zoology, H. & H. B. Kotak Institute of Science, Rajkot-360001, Gujarat, India  
Department of Zoology, H. & H. B. Kotak Institute of Science, Rajkot-360001, Gujarat, India  
Department of Zoology, H. & H. B. Kotak Institute of Science, Rajkot-360001, Gujarat, India  
Department of Zoology, H. & H. B. Kotak Institute of Science, Rajkot-360001, Gujarat, India  
Department of Zoology, H. & H. B. Kotak Institute of Science, Rajkot-360001, Gujarat, India

<https://orcid.org/0000-0002-0899-8333>  
<https://orcid.org/0000-0003-4611-7282>  
<https://orcid.org/0000-0002-2402-4416>  
<https://orcid.org/0000-0001-7867-0571>  
<https://orcid.org/0000-0002-9982-3976>

Received: 19.01.2023 / Accepted: 05.06.2023 / Published online: 04.07.2023

### Key words:

Conservation  
Intertidal  
Diversity  
Shell craft industries  
Exploitation

**Abstract:** Marine molluscs are economically very important and they are exploited by men for various purposes since the prehistoric times. Manufacture of ornaments is an age-old industry in the south and south-east India and molluscs as an ornament or souvenir are still in high demand. Although there is plenty of literature on the trade and economy of ornamental shells, exploitation of ornamental molluscs is less studied and limited to regions in the south and south-east India. The ornamental molluscs is widely traded in pilgrims places like Dwarka, Somnath and all along the coast of Gujarat, and with the exception of *Turbinella pyrum* (the chank shell), there is no literature available on ornamental mollusc taxonomy, utilization and trade in Gujarat. This is the first study on ornamental molluscs from Gujarat. We have reviewed the available literature on ornamental molluscs of India and established a comprehensive checklist as there is no checklist available for ornamental molluscs of India. A total 136 species were recorded as ornamental molluscs in India. Of these shells, 118 species were listed by reviewing the literature and 33 ornamental molluscs were added from on-site observations in which 18 species were recorded for the first time from the study area. A total of 11 species among the 136 species were protected under wildlife protection act 1972. Different use of ornamental species was studied and classified accordingly. With respect to families, the majority of contributions were from Cypraeidae (7 species) followed by Muricidae (3 species), Turbinellidae (2 species), Strombidae (2 species) and Cardiidae (2 species). The major source of ornamental imports was from south India with some souvenirs collected from nearby intertidal areas and sold by local vendors as whole shells. Due to the extensive trade of ornamental shells, there is a need to study the degree of exploitation of ornamental molluscs in India, particularly in Gujarat.

### Anahtar kelimeler:

Koruma  
Gelgit  
Çeşitlilik  
Kabuk el işi endüstrisi  
Yararlanma

## Hindistan'ın Deniz Süs Kabuklarının Bir Kontrol Listesi: Dwarka ve Bet-Dwarka, Gujarat'dan Bir Vaka Çalışması

**Öz:** Deniz kabukları ekonomik açıdan oldukça önemlidir ve tarih öncesi çağlardan beri insanlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Süs eşyası imalatı güney ve güneydoğu Hindistan'da asırlık bir endüstridir ve süs eşyası veya hediye eşya olarak yumuşakçalar hala yüksek talep görmektedir. Süs kabuklarının ticareti ve ekonomisi üzerine çok sayıda literatür olmasına rağmen, süs kabuklarının kullanımı daha az çalışılmıştır ve güney ve güneydoğu Hindistan'daki bölgelerle sınırlıdır. Süs kabukları, Dwarka, Somnath gibi kutsal yerlerde ve tüm Gujarat kıyılarında yaygın olarak ticareti yapılır ve *Turbinella pyrum* (chank kabuğu) dışında, Gujarat'ta süs kabukları taksonomisi, kullanımı ve ticareti hakkında hiçbir literatür yoktur. Bu, Gujarat'tan süs kabukları üzerine yapılan ilk çalışmadır. Hindistan'daki süs kabukları ile ilgili mevcut literatürü inceledik ve Hindistan'daki süs kabukları için herhangi bir kontrol listesi bulunmadığından kapsamlı bir kontrol listesi oluşturduk. Hindistan'da süs kabukları olarak toplam 136 tür kaydedildi. Bu kabuklardan 118 tür literatür taranarak listelenmiş ve ilk kez kaydedilen 18 türün yer aldığı 33 süs kabuğu çalışma alanından yerinde gözlemlerden eklenmiştir. 136 türden toplam 11 tür, 1972 yaban hayatı koruma yasası kapsamında korunmuştur. Süs türlerinin farklı kullanımları incelenmiş ve buna göre sınıflandırılmıştır. Ailelere göre, katkıların çoğu Cypraeidae'den (7 tür), ardından Muricidae (3 tür), Turbinellidae (2 tür), Strombidae (2 tür) ve Cardiidae'den (2 tür) gelmektedir. Süs kabuğu ithalatının ana kaynağı, yakınlardaki gelgit bölgelerinden toplanan ve yerel satıcılar tarafından bütün deniz kabukları olarak satılan bazı hediye eşyalarla birlikte güney Hindistan'dan geliyordu. Süs kabuklarının yaygın ticareti nedeniyle, Hindistan'da, özellikle Gujarat'ta süs kabuklarının kullanım derecesini incelemeye ihtiyaç vardır.

\*Corresponding author: [mayur.gadhvi111@gmail.com](mailto:mayur.gadhvi111@gmail.com)

## Introduction

Molluscs have been exploited by man for a wide variety of purposes since prehistoric times. Their variety of shape, colour and form has led to them being endowed with magical or religious attributes, used for personal decoration, as currency, or simply collected out of curiosity. Ornamental molluscs are any species that are marketed for their beauty or aesthetic purposes and used in decoration. Since the dawn of human civilization molluscs have a tremendous impact on Indian tradition and economy (Appukuttan & Ramadoss, 2000). Presently 150,000 tonnes of cephalopods, over 100,000 t of bivalves and nearly 20,000 t of gastropods are exploited from the Indian waters. The bivalve exports amount to US\$ 1.2 million and gastropod exports amount to US\$ 1.8 million per year (Mohamed & Venkatesan, 2017). Molluscs occupy an important place in the commercial shell-craft industry. The marine gastropod resources in India comprise a variety of species and are exploited regularly for various purposes. In some cases, this exploitation goes unnoticed in several places because it constitutes a very minor fishing when compared to other fishery resources (WWF, 2013). The commercially important molluscs of Indian coast fall into four categories: (1) Food molluscs (2) Molluscs yielding pearls, medicines and lime (3) Molluscs used in the manufacture of ornaments (4) Molluscs which cause damage to ships and marine structures as fouling organisms (Durvey, 1975).

Shell handicraft and manufacture of ornaments is an age-old industry in India and people of all walks of life since ancient times used to wear rings and bangles carved out of shells. Evidences from Franchthi Cave, Greece, suggested that *Cyclope neritea* was heat treated to obtain a shiny black finish for ornamental purposes in the Palaeolithic and Mesolithic age (Vanhaeren & Perle, 2010). There are evidences that chank shell cutting industries were present in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> centuries AD in Tamilnadu and marine mollusc ornaments were traded from Tamilnadu to Egypt and Greece (Hornell, 1914). In recent times, molluscs have assumed a greater significance in our industrial, technological and aesthetic aspects of life. The demand for polished shells and hand-crafted products as ornament, souvenir and home decor encourages entrepreneurs in south India who have established several cottage industries producing beautiful curios and several utilitarian objects with molluscan shells (Appukuttan & Ramadoss, 2000). Among the molluscan resources exploited commercially from the Indian coast as ornaments and souvenirs, very little attention has been paid to the collection and utilization of gastropods, except for the chank shell (*Turbinella pyrum*), top shell (*Rochia nilotica*) and turbo shell (*Turbo marmoratus*). Chank shell collection, utilization and trade was described by many researchers all along the Indian coast (Hornell, 1914, Pillai & Devadoss, 1947). The collection and trade of *Turbo* and *Trochus* in the Andaman and other part of India was described by several researchers (Appukuttan, 1979). There is a variety of ornamental gastropods and they are used as raw material for the shellcraft trade. Artistic

combinations of gastropods and bivalve shells are shaped into attractive toys and models. Literature is available on trade and economy of ornament shells (Appukuttan, 2008; Mohamed & Venkatesan, 2017; Shyam et. al., 2017a; WWF, 2013). There are only a few literature available describing shell ornament industries in detail (Appukuttan, 2000; WWF, 2013). Earlier identification of ornamental shells was carried out by Appukuttan, & Ramadoss, (2000) in Ramnathpuram, Rameswaram and Kanyakumari; Mohamed & Venkatesan (2017) in Tutikorin, Rameswaram, Ramnathpuram and Keelakarai; Natrajan et. al., (1987) in Ramnathpuram; Ravinesh et. al., (2019) in Rameswaram; Shyam et. al., (2017a) in Kollam; Babu et. al., (2011) in Prangipettai. However, there is no checklist available for ornamental molluscs in India. Utilization and exploitation of the chank shell was studied by Pota & Patel, (1988) in Gujarat. Other than the chank shell, there is no literature available of ornamental mollusc taxonomy, utilization and trade from Gujarat though they are widely used in pilgrimage places like Dwarka and Somnath and in other places all along the sea coast. In this review, we have made an attempt to prepare a checklist of ornamental mollusc of India which includes seashells identified for the first time. Literature review and the seashell trade of ornamentally important molluscs were also carried out to shed some light on the status of exploited species of molluscs in India.

## Material and Methods

### Study site

#### Dwarka

Dwarka is a city and a municipality of Devbhumi Dwarka district in the state of Gujarat in Western India. It is located on the western coast of the Okhamandal Peninsula on the right bank of the Gomti River, at the mouth of the Gulf of Kutch facing the Arabian Sea (Figure 1). The city's economy is tourism-based. Dwarka is one of four sacred Hindu pilgrimage sites collectively called the Chardham and is one of the seven-most-ancient religious cities (Sapta Puri) in India. The main festival of Janmashtami is celebrated in Bhadrapada (August–September). Most of the revenue of Dwarka is derived from tourism (Apte, 2012). Tourist population during festival reaches 5-6 thousand daily and the number of visitors reaches 500-600 hundred thousand every year (Kapadia, 2018). As a result, there is a high demand of unique ornaments and souvenirs made from marine molluscs.

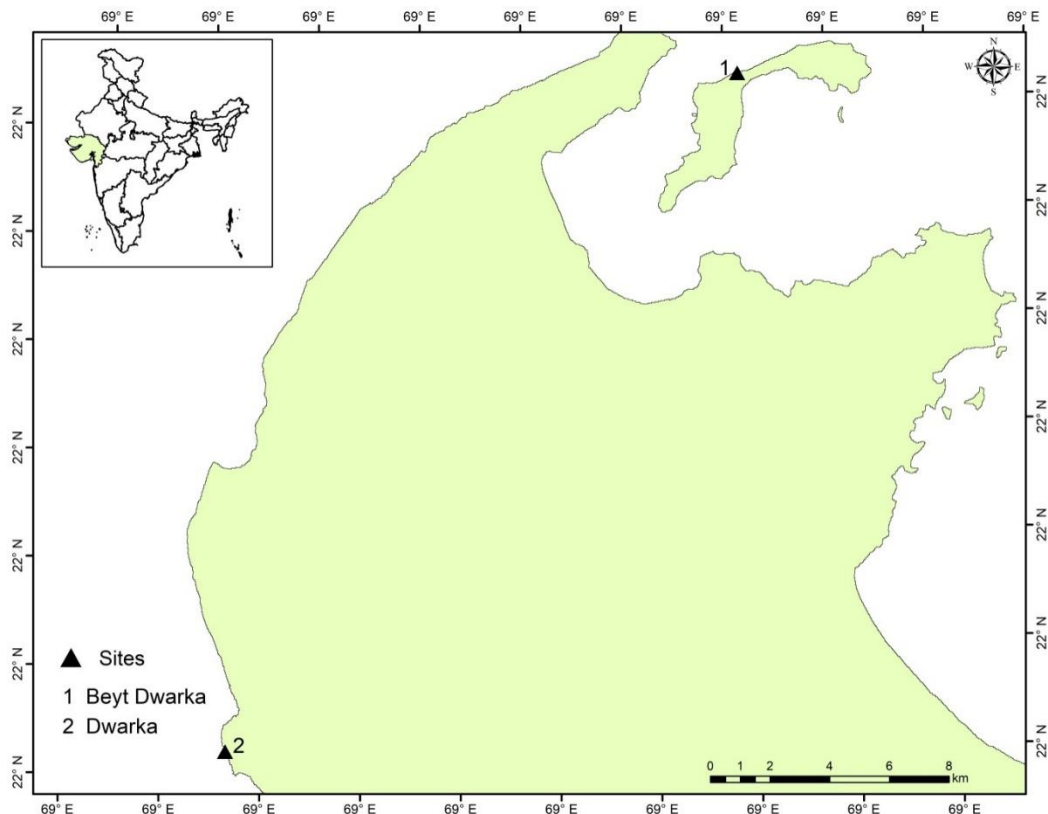
#### Bet Dwarka

Bet Dwarka (also spelled Beyt Dwarka) or Shankhodhar is an inhabited island at the mouth of the Gulf of Kutch situated 3 km off the coast of Okha, Gujarat, India (Fig. 1). Northwest to southeast the island measures 13 km long with an average east-west width of 4 km. It is a strip of sandstone situated 30 km north of the town of Dwarka (Gaur, 2004). Dhwarkadhish Temple and Shri

Keshavraji Temple are the major temples of Krishna. Hanuman Dandi and Vaishnav Mahaprabhu Bethak and a Gurudwara are also pilgrimage places. Bet Dwarka can be reached by ferry from Okha. There is heavy traffic during the winter and monsoon season and during the festival at Bet Dwarka. In the peak season, 15,000-20,000 tourists visit Bet Dwarka on a daily basis. There is a small market selling mostly ornamental molluscs. Visitors purchase whole shells or ornaments for religious purposes or as a memento of pilgrimage visit.

A local tourist market was surveyed during the month of January and February, 2022. Some common diversified ornaments, gift articles and home decor pieces were collected and identified in the laboratory. Some costly

articles were photographed with high resolution using a digital camera (Canon, 1800D, Japan). At the laboratory, mollusc specimens up to species level were identified with standard references (Apte, 2012; Kamboj et. al., 2019; Patel & Patel, 2019). A checklist of identified species was prepared and their taxonomy and scientific names were double-checked via World Register of Marine Species (WoRMS) and Molluscbase.org for the current nomenclature. Different uses of ornamental shells were also examined and classified accordingly. Interviews with local sellers, local people and fishermen were also carried out in order to determine the collection method of molluscs.



**Figure 1.** Location of the study site

## Results and Discussion

### Ornament molluscs from Devbhumi Dwarka district

In the present study, 33 mollusc species were identified and photographed from the ornaments and souvenirs purchased from Dwarka and Bet Dwarka (Figure 1-4). These molluscs were classified under 3 classes, 10 orders, 22 families and 29 genera (Table 1). By family, the highest contribution belonged to Cypraeidae (7 species), followed

by Muricidae (3 species), Turbinellidae (2 species), Strombidae (2 species) and Cardiidae (2 species). The contribution of the remaining 17 families was 3%. Out of 33 species, 11 species were sold exclusively as a souvenir (only whole shell), 2 species were sold as holy items with religious importance and 8 species were used exclusively in making ornaments while 16 species were used both as a souvenir and used in making ornaments (Table 1).

**Table 1.** List of ornamental molluscs collected from Dwarka and Bet-Dwarka Market.

Sr.no	Class	Order	Family	Species name	Remarks
1	Gastropoda	Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Monetaria caputserpentis</i> (Linnaeus, 1758)	Souvenir Jewellery, Keychain, Toran, Mirror
2				<i>Monetaria annulus</i> (Linnaeus, 1758)	
3				<i>Naria turdus</i> (Lamarck, 1810)	Souvenir, Toys
4				<i>Mauritia eglantina</i> (Duclos, 1833)	
5				<i>Cribrarula cribraria</i> (Linnaeus, 1758)	
6				<i>Cypreae tigris</i> (Linnaeus, 1758)	Show –piece
7				<i>Naria lamarckii</i> (J. E. Gray, 1825)	Souvenir Jewellery Keychain
8			Ficidae	<i>Ficus gracilis</i> (G. B. Sowerby I, 1825)	Souvenir
9			Rostellariidae	<i>Tibia curta</i> (G. B. Sowerby II, 1842)	Souvenir
10			Bursidae	<i>Bufonaria echinata</i> (Link, 1807)	Souvenir
11			Strombidae	<i>Laevistrombus canarium</i> (Linnaeus, 1758)	Keychain, Shoe-piece
12				<i>Lambis lambis</i> (Linnaeus, 1758)	Souvenir
13			Neogastropoda	Turbinellidae	<i>Turbinella pyrum</i> (Linnaeus, 1767)
14		<i>Turbinella rapa</i> (Lamarck, 1816)			Religious purpose
15		Melogenidae		<i>Volegalea cochlidium</i> (Linnaeus, 1758)	Souvenir
16		Conidae		<i>Conus araneosus</i> (Lightfoot, 1786)	Souvenir
17		Muricidae		<i>Chicoreus capucinus</i> (Lamarck, 1822)	Souvenir
18				<i>Chicoreus ramosus</i> (Linnaeus, 1758)	Souvenir
19				<i>Murex ternispina</i> Lamarck, 1822	Souvenir
20		Mitridae		<i>Mitra sp.</i> (Lamarck, 1798)	Souvenir, Aquarium decoration
21		Columbellidae		<i>Euplica scripta</i> (Lamarck, 1822)	Jhumar, Mirror, Toran
22		Babyloniidae		<i>Babylonia spirata</i> (Linnaeus, 1758)	Jhumar, Mirror
23		Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium sp.</i> Bruguière, 1789	Toys
24			Turritellidae	<i>Turritella radula</i> (Kiener, 1843)	Aquarium decoration, Souvenir
25			Lepetellida	Haliotidae	<i>Haliotis varia</i> Linnaeus, 1758
26		Trochida	Turbinidae	<i>Turbo bruneus</i> (Röding, 1798)	Souvenir
27		-	Architectonicidae	<i>Architectonica perspective</i> (Lamarck, 1816)	Souvenir
28	Bivalve	Venerida	Veneridae	<i>Dosinia exoleta</i> Linnaeus, 1758	Toran, Souvenir
29		Arcida	Arcidae	<i>Tegillarca granosa</i> (Linnaeus, 1758)	Toran, Souvenir
30		Cardiida	Cardiidae	<i>Vasticardium</i> spp. Iredale, 1927	Table lamp
31				<i>Vepricardium</i> spp. Iredale, 1929	Toran
32		Ostreida	Margaritidae	<i>Pinctada fucata</i> (A. Gould, 1850)	Jewellery
33	Scaphopoda	Dentaliida	Dentelidae	<i>Dentalium</i> spp. Linnaeus, 1758	Jewellery, Souvenir



**Figure 2.** 1. *Monetaria caputserpentis* 2.1 *Monetaria annulus* 2.2 keychain(*Monetaria annulus*) 3. *Naria turdus* 4.1 *Mauritia eglantine* 4.2 Toy(*Mauritia eglantine*) 5. *Cribrarula cibaria* 6.1 *Cypraea tigris* 6.2 Showpiece 7.1 *Naria lemarckii* 7.2 jewellery (*Naria lemarckii*) 8. *Ficus gracilis* 9.1 *Tibia curta* 9.2 Showpiece(*Tibia curta*) 10. *Bufonaria echinata* 11. *Laevistrombus canarium* 12. *Lambis lambis* 13.1 *Turbinella pyrum* 13.2 Polished shell (*Turbinella pyrum*) 14. *Turbinella rapa* 15. *Volegalea cochlidium* 16. *Conus araneosus* 17. *Chicoreus capucinus* 18. *Chicoreus ramosus*





**Figure 3.** 19. *Murex ternispina* 20. *Mitra* sp. 21.1 *Euplica scripta* 21.2 *Toran*(*Euplica scripta*) 22.1 *Babylonia spirata* 22.2 *Jhumar*(*Babylonia spirata*) 23. *Cerithium* sp. 24. *Turritella radula* 25. *Neritodryas dubia* 26. *Turbo bruneus* 27. *Architectonica perspectiva* 28. *Dosinia exoleta* (Photograph 21.1 &22.1 taken from eol.org)



**Figure 4.** 29.1 *Tegillarca granosa* 29.2 Toy(*Tegillarca granosa*) 30. *Vesticardium* sp. 31. *Vepricardium*sp. 32. *Pinctada fucata* 33. *Dentalium* sp

Species like *Ficus gracilis*, *Tibia insulaechorab*, *Bufonaria echinata*, *Laevistrombus canarium*, *Lambis lambis*, *Volegalea cochlidium*, *Conus araneosus*, *Chicoreus capucinus*, *chicoreus ramosus*, *Murex ternispina*, *Turbo bruneus* and *Architectonica perspectiva* were used as whole shell for decorative purposes and as souvenirs. Market price for these shells ranged between 10-100 INR (0.1-1.2 USD) based on shape and size. Most of these species are sold by local vendors.

*Cypraea tigris*, *Strombus canarium*, *Euplica scripta*, *Babylonia spirata*, *Cerithium sp.* and *Pinctada fucata* were exclusively used in the production of show-pieces (market price 50-200 INR) (0.6-2.5 USD), key chains (market price 10-50 INR) (0.1-0.6 USD), mirrors (market price 300-1000 INR) (4-12 USD), Toran (market price 300-700 INR) (4-9 USD) and Jhumar (market price 1000-5000 INR) (12-60 USD). *Vasticardium sp.* and *Vepricardium sp.* were carved, polished and used in the production of table lamps (market price 500-1000 INR) (6-12 USD). All these ornaments were sold in stores and showrooms. Most of the shells belonging to the family *Cypraeidae* were large and beautiful and used as souvenirs (market price 5-10 INR per piece) (0.1-0.2 USD), jewellery (market price 50-100 INR) (0.5-1 USD), key-chain (market price 20-50 INR) (0.2-0.6 USD), mirror (market price 300-1000 INR) (4-12 USD), Toran (market price 300-700 INR) (4-8 USD) and toys (market price 50-200 INR) (0.5-2.5 USD). The common species of family *Cypraeidae* were *Monetaria caputserpentis*, *Monetaria annulus*, *Naria turdus*, *Mauritia eglantina*, *Cribrarula cribraria*, *Erosaria lamarckii*. Species like *Mitra sp.*, *Turritella radula* and *Haliotis varia* were also common. Bivalves like *Dosinia exoleta* and *Tegillarca granosa* were used in making dolls and toys together with gastropods like *Cerithium* and *Conus*. Market prices of these toys ranged from 50 to 200 INR (0.5-2.5 USD). *Dentalium sp.* was commonly used as pendants and sold in markets in Bet Dwarka under Rs.10 (0.1 USD). On the other hand, since *Turbinella pyrum* and *Turbinella rapa* have high religious values in Hindu belief and considered holy and found in Hindu temples, they receive higher prices ranging from 200 to 4,000 INR (2-50 USD) according to size of the shell.

Interviews with locals and shopkeepers revealed that Devbhumi Dwarka district had no seashell ornament industries and all the ornaments were imported from Tamilnadu and Kerala. However, Ramnathpuram, Keelakarai, Kollam, Rameswaram and Tutikorin had well-established seashell ornament industries (Appukuttan, 1996; Natarajan et al., 1987). Therefore, ornamental shells sold in the markets in Dwarka and Bet Dwarka were imported from south India. Only a few local vendors in Gomti Ghat (Dwarka) and Bet Dwarka were found to sell raw shells (unpolished whole shell) which were bycatches from trawl fishing with the exception of *Turbinella pyrum* and *Turbinella rapa* which were collected by diving. A total of 14 species were identified from local vendors as raw shells which come from the surrounding areas.

Earlier studies on molluscan diversity by Gopalkrishnan, (1970), Sarvaiya, (1977) and Soni &

Thakur, (2015) reported a total of 114 species from the intertidal zone of Dwarka, Bet Dwarka, Okha and the surrounding areas. Twelve out of 33 ornamental species identified in this study were recorded from the surrounding intertidal areas by these researchers. Among 14 species which were identified as raw shells sold by local vendors, 7 species were recorded earlier by these researchers from the intertidal areas where as 7 species were deep sea species with no earlier report. There were 7 species sold by local vendors as imports from south India which were recorded earlier by other researchers.

### Checklist of Indian Ornament Molluscs

A total of 136 species were recorded as ornamental molluscs from the available literature (118 species) and the current work (33 species) (Table 2). Major contributors by family were *Muricidae* (19 species) followed by *Strombidae* (13 species), *Cypraeidae* (12 species), *Conidae* (9 species) and *Naticidae* (5 species). All available literature for identification of ornamental molluscs concentrated on the south and southeast coasts of Ramnathpuram, Rameswaram, Tutikorin, Keelakarai and Prangrpettai in Tamilnadu and of Kollam-Kanyakumari in Kerala (Appukuttan, 2000; Babu et al., 2011; Mohamed & Venkatesan 2017; Natarajan et al., 1987; Ravinesh et al., 2019; Shyam et al., 2017). In this study, ornamental molluscs from Gujarat were identified for the first time and 18 species, which were previously not identified as ornamental molluscs, were added to the checklist of India. Among the 136 species, 5 species falls under Schedule I and 6 species falls under Schedule II of Wildlife Protection Act notification, 2021 (Table 3). There is a long history of mollusc use as ornaments in India and their exploitation continues today. There is no systematic survey carried out to understand the degree of exploitation of ornament molluscs in India.

**Table 2.** Checklist of Ornament molluscs of India

Sr No.	Family	Species Name	References in which species mentioned
1	Architectonicodea	<i>Architectonica laevigata</i> (Lamarck, 1816)	WWF 2013, Shyam et al. 2017a, Mohamed & Venkatesan 2017
2		<i>Architectonica perspectiva</i> (Lamarck, 1816)	Mohamed & Venkatesan 2017, Babu et al. 2011, Mohamed 2012
3	Babyloniidae	<i>Babylonia spirata</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Babu et al. 2011, Shyam et al. 2017a&b, Mohamed 2012
4		<i>Babylonia zeylanica</i> (Bruguière, 1789)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Shyam et al. 2017a&b, Mohamed 2012
5		<i>Babylonia</i> spp. Schlüter, 1838	Venkatesan 2010, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al. 1988
6	Bursidae	<i>Bufonaria echinata</i> (Link, 1807)	WWF 2013, Venkatesan 2010, Shyam et al. 2017a&b, Babu et al. 2011
7		<i>Bursa margaritica</i> (Deshayes, 1833)	Shyam et al. 2017b
8	Conidae	<i>Conus milneedwardsi</i> (Jousseaume, 1894)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Subba Rao 2003, Appukuttan 2008, Natarajan et al. 1988
9		<i>Conus</i> spp. Linnaeus, 1758	Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al. 1988, Mohamed 2012
10		<i>Conus amadis</i> (Gmelin, 1791)	Babu et al. 2011, Subba Rao 2003, Salim et al. 2017b
11		<i>Conus litteratus</i> (Linnaeus, 1758)	Salim et al. 2017b
12		<i>Conus bengalensis</i> (Okutani, 1968)	Alagerswami & Meiyappan 1987
13		<i>Conus miles</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 2008
14		<i>Conus striatus</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 2008
15		<i>Conus geographus</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 2008
16		<i>Conus araneosus</i> (Lightfoot, 1786)	Current Study
17	Cymatiidae	<i>Monoplex pilearis</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mahamed & Venkatesan 2017, Natarajan et al. 1988, Shyam et al. 2017
18		<i>Cymatium</i> spp. Röding, 1798	Venkatesan 2010, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008
19		<i>Septa rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Shyam et al. 2017b
20	Ficidae	<i>Ficus gracilis</i> (G. B. Sowerby I, 1825)	WWF 2013, Mahamed & Venkatesan 2017, Shyam et al. 2017b
21		<i>Ficus ficus</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
22	Volutidae	<i>Fulgoraria</i> spp. Schumacher, 1817	WWF 2013, Mahamed & Venkatesan 2017

23		<i>Melo melo</i> (Lightfoot, 1786)	WWF 2013, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Venkatesan 2010, Babu et al. 2011, Natarajan et al. 1988, Appukuttan 1996, Mohamed 2012
24		<i>Cymbium</i> spp. Röding, 1798	Narasimham et al. 1993, Babu et al. 2011, Shyam et al. 2017b, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008
25	Fasciolariidae	<i>Fusinus colus</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mahamed & Venkatesan 2017
26		<i>Fusinus toreuma</i> (Deshayes, 1843)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012, Shyam et al. 2017b
27		<i>Fusinus</i> spp. Rafinesque, 1815	Venkatesan 2010, Alagerswami & Meiyappan 1987, Natarajan et al. 1988
28		<i>Pleuroploca trapezium</i> (Linnaeus, 1758)	Ravinesh et al. 2019, Mohamed 2012
29	Harpidae	<i>Harpa major</i> (Röding, 1798)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Durve 1975, Appukuttan 1996, Babu et al. 2011, Mohamed 2012, Shyam et al. 2017b
30		<i>Harpa</i> spp. Röding, 1798	Venkatesan 2010, Alagerswami & Meiyappan 1987, Natarajan et al. 1988
31	Muricidae	<i>Murex tribulus</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Shyam et al. 2017b, Mohamed & Venkatesan 2017
32		<i>Chichoreus virgineus</i> (Röding, 1798)	WWF 2013, Appukuttan 1996, Shyam et al. 2017b, Mohamed & Venkatesan 2017, Babu et al. 2011, Mohamed 2012
33		<i>Purpura bufo</i> (Lamarck, 1822)	WWF 2013, Appukuttan 1996, Shyam et al. 2017b
34		<i>Rapana rapiformis</i> (Born, 1778)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012, Shyam et al. 2017b
35		<i>Murex pectin</i> (Lightfoot, 1786)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
36		<i>Murex trapa</i> (Röding, 1798)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
37		<i>Orania badia</i> (Reeve, 1845)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
38		<i>Murex</i> spp. Linnaeus, 1758	Mohamed & Venkatesan 2017, Durve 1975, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Babu et al. 2011, Subba Rao 2003, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
39		<i>Chicoreus ramosus</i> (Linnaeus, 1758)	Venkatesan 2010, Babu et al. 2011, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
40		<i>Haustellum haustellum</i> (Linnaeus, 1758)	Venkatesan 2010, Natarajan et al. 1988
41		<i>Drupa</i> spp. Röding, 1798	Narasimham et al. 1993, Appukuttan 2008
42		<i>Hexaplex kuesterianus</i> (Tapparone Canefri, 1875)	Babu et al. 2011
43		<i>Nassa</i> spp. Röding, 1798	Subba Rao 2003, Mohamed 2012
44		<i>Haustellium</i> spp. Schumacher, 1817	Shyam et al. 2017b
45		<i>Chicoreus florifer</i> (Reeve, 1846)	Natarajan et al. 1988

46		<i>Murex triremis</i> (Purpurellus Jousseaume, 1880)	Natarajan et al.1988
47		<i>Thais</i> spp Röding, 1798	Mohamed 2012
48		<i>Chicoreus capucinus</i> (Lamarck, 1822)	Current study
49		<i>Murex ternispina</i> Lamarck, 1822	Current study
50	Olividae	<i>Agaronia gibbosa</i> (Born, 1778)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Babu et al.2011, Mohamed 2012
51		<i>Oliva</i> spp.(Bruguière, 1789)	Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Narasimham et al.1993, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al.1988, Mohamed 2012
52	Cassidae	<i>Phalium glaucum</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Shyam et al. 2017b; Babu et al.2011
53		<i>Cassis conuta</i> (Linnaeus, 1758)	Ravinesh et al. 2019, Durve 1975, Ramadoss2003, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008
54		<i>Cypraecassis rufa</i> (Linnaeus, 1758)	Ravinesh et al. 2019, Appukuttan 1996, Appukuttan 2008
55		<i>Cassis madagascarensis</i> (Lamarck, 1822)	Natarajan et al.1988
56	Naticidae	<i>Neverita didyma</i> (Röding, 1798)	WWF 2013, Shyam et al. 2017b
57		<i>Polinices mammilla</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
58		<i>Tanea lineate</i> (Röding, 1798)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
59		<i>Natica</i> spp. Scopoli, 1777	Narasimham et al. 1993 ,Shyam et al. 2017b, Appukuttan 2008
60		<i>Paratectonatica tigrina</i> (Röding, 1798)	Babu et al.2011
61	Strombidae	<i>Neodilatilabrum marginatum</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Appukuttan 2008
62		<i>Lambis truncate</i> (Lightfoot, 1786)	Mohamed & Venkatesan 2017, Ravinesh et al.2019, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
63		<i>Lambis lambis</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Ravinesh et al.2019, Durve 1975, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Babu et al.2011, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
64		<i>Strombus</i> spp. Linnaeus, 1758	Venkatesan 2010, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Natarajan et al.1988, Mohamed 2012
65		<i>Harpago chiragra</i> (Linnaeus, 1758)	Ramadoss 2003, Babu et al.2011
66		<i>Laevistrombus canarium</i> (Linnaeus, 1758)	Babu et al.2011
67		<i>Mirabilistrombus listeri</i> (T. Gray, 1852)	Appukuttan 2008
68		<i>Lambis crocata</i> (Link, 1807)	Appukuttan 2008
69		<i>Lambis</i> spp. Röding, 1798	Appukuttan 2008
70		<i>Lambis scropius</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 2008

70		<i>Lambis lambis</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 2008
71		<i>Harpago chiragra</i> (Linnaeus, 1758)	Natarajan et al.1988
72		<i>Lambis crocata</i> (Link, 1807)	Natarajan et al.1988
73	Rostellariidae	<i>Tibia curta</i> (G. B. Sowerby II, 1842)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Salim et al. 2017a&b, Mohamed 2012
74		<i>Tibia</i> spp. Röding, 1798	Venkatesan 2010, Narasimham et al.1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al.1988
75	Tonnidae	<i>Tonna dolium</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Narasimham et al. 1993, Babu et al.2011, Shyam et al. 2017ab, Appukuttan 2008
76	Turritellidae	<i>Turritella duplicate</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Babu et al. 2011, Shyam et al. 2017b
77		<i>Turritella terebra</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013
78		<i>Turritella attenuate</i> Reeve, 1849	Mohamed & Venkatesan 2017
79		<i>Turritella radula</i> (Kiener, 1843)	Current study
80	Xenophoridae	<i>Xenophora corrugate</i> (Reeve, 1842)	WWF 2013, Shyam et al. 2017b
81		<i>Xenophora</i> spp.(Fischer von Waldheim 1807)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
82	Trochidae	<i>Umbonium vestiarium</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mohamed & Venktasen 2017, Venktasen 2010, Ramadoss 2003, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Babu et al.2011, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al. 1988, Mohamed 2012
83		<i>Rochia nilotica</i> (Linnaeus, 1767)	Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Durve 1975, Ramadoss 2003, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Subba Rao 2003, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
85		<i>Trochita trochiformis</i> (Born, 1778)	Venkatesan 2010, Ramadoss 2003, Babu et al.2011
86	Melongenidae	<i>Volegalea cochlidium</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mohamed & Venktasen 2017, Venktasen 2010, Narasimham et al.1993, Appukuttan 2008, Shyam et al. 2017b
87		<i>Volegalea carnaria</i> (Röding, 1798)	Babu et al.2011, Subba Rao 2003
88		<i>Cellana radiate</i> (Born, 1778)	Mohamed 2012
89	Cypraeidae	<i>Cypraea tigris</i> (Linnaeus, 1758)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Appukuttan 1996, Babu et al.2011, Shyam et al. 2017b, Mohamed 2012
90		<i>Monetaria moneta</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Ramadoss 2003, Appukuttan 1996, Subba Rao 2003, Mohamed 2012
91		<i>Cypraea</i> spp. Linnaeus, 1758	Venkatesan 2010, Durve 1975, Ramadoss 2003, Narasimham et al. 1993, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al.1988
92		<i>Talparia talpa</i> (Linnaeus, 1758)	Venkatesan 2010, Natarajan et al.1988

93		<i>Mauritia Arabica</i> (Linnaeus, 1758)	Appukuttan 1996, Mohamed 2012
94		<i>Mauritia eglantina</i> (Duclos, 1833)	Current study
95		<i>Mauritia histrio</i> (Gmelin, 1791)	Natarajan et al.1988
96		<i>Monetaria caputserpentis</i> (Linnaeus, 1758)	Current study
97		<i>Monetaria annulus</i> (Linnaeus, 1758)	Current study
98		<i>Naria lamarckii</i> (J. E. Gray, 1825)	Current study
99		<i>Naria turdus</i> (Lamarck, 1810)	Current study
100		<i>Cribrarula cribraria</i> (Linnaeus, 1758)	Current study
101	Turbinellidae	<i>Turbinella pyrum</i> (Linnaeus, 1767)	WWF 2013, Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2017, Ravinesh et al. 2019, Ramadoss 2003, Appukuttan 1996, Narasimham et al.1993, Babu et al.2011, Subba Rao 2003, Shyam et al. 2017b, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Natarajan et al 1988, Mohamed 2012
102		<i>Turbinella rapa</i> (Lamarck, 1816)	Current study
103	Pseudonelatomidae	<i>Crassispira</i> spp. (Swainson, 1840)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
104	Epitoniidae	<i>Epitonium scalaris</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Mohamed 2012
105	Turbinidae	<i>Turbo marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Ravinesh et al.2019, Durve 1975, Ramadoss 2003, Appukuttan 1996, Narasimham et al. 1993, Babu et al.2011, Subba Rao 2003, Alagerswami & Meiyappan 1987, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
106		<i>Turbo intercostalis</i> (Menke, 1846)	Venkatesan 2010, Mohamed 2012
107		<i>Turbo bruneus</i> (Röding, 1798)	Current study
108	Charoniidae	<i>Charonia tritonis</i> (Linnaeus, 1758)	Mohamed & Venkatesan 2017, Ravinesh et al.2019, Appukuttan 2008, Mohamed 2012
109		<i>Arca</i> spp. Linnaeus, 1758	Mohamed & Venkatesan 2017, Venkatesan 2010, Natarajan et al.1988
110		<i>Anadara</i> spp. Gray, 1847	Babu et al.2011
111	Arcidae	<i>Tegillarca granosa</i> (Linnaeus, 1758)	Current study
112		<i>Tegillarca rhombea</i> (Born, 1778)	Babu et al.2011
113	Dentelidae	<i>Dentalium</i> spp. Linnaeus, 1758	Venkatesan 2010, Appukuttan 1996, Appukuttan 2008, Natarajan et al.1988, Mohamed 2012
114	Haliotidae	<i>Haliotis varia</i> (Linnaeus, 1758)	Venkatesan 2010

**Table 3.** List of scheduled ornament molluscs

Sr No	Species	WPA 2021
1	<i>Conus milneedwardsi</i> (Jousseaume, 1894)	Schedule-1
2	<i>Turbo marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-1
3	<i>Charonia tritonis</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-1
4	<i>Cassia conuta</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-1
5	<i>Cypraeacassis rufa</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-1
6	<i>Rochia nilotica</i> (Linnaeus, 1767)	Schedule-2
7	<i>Lambis truncate</i> (Lightfoot, 1786)	Schedule-2
8	<i>Talparia talpa</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-2
9	<i>Placuna placenta</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-2
10	<i>Harpago chiragra</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-2
11	<i>Lambis scropius</i> (Linnaeus, 1758)	Schedule-2

### Conclusion

This is the first comprehensive checklist of ornamental molluscs of India. We have recorded 136 ornamental molluscs from India with 18 species recorded for the first time being used in the making of seashell ornaments in India. Most of the seashell ornamental industries are concentrated in the south and south east coasts of India with corresponding exploitation of molluscs recorded from the south coast, Gulf of Mannar and Andaman Nicobar Islands.

We have recorded 33 species being used as ornamental molluscs from Gujarat. Although seashell ornaments are extensively imported from south India, there are as much as 14 species used as souvenirs collected from the nearby coasts of Dwarka and Bet Dwarka. There is already high exploitation pressure on *Turbinella pyrum* from the Gulf of Kachchh and there is a need to track the exploitation of ornamental molluscs from Gujarat. Since Dwarka and Bet Dwarka are pilgrimage sites with 5-6 hundred thousand people visiting annually, demand for ornamental molluscs as holy objects or as souvenirs is very high. However, there is no study available on the market demand and exploitation of ornamental molluscs. Therefore, there is a need to study the ornamental shell market quantitatively in order to better understand the rate of exploitation on ornamental molluscs. Well-managed exploitation of ornamental shells with regulations towards limiting the harvest of species with high demand will help sustainable business opportunities for the local people and help thrive this age old ornamental seashell trade for future generations. In a further study, we are planning to survey the ornamental seashell market to quantify the trade of ornamental molluscs exploited from Dwarka & Bet Dwarka and assess the economical importance of ornamental seashell trade on local people.

### Acknowledgement

We would like to thank all the local vendors and shopkeepers of dwarka and bet dwarka for the cooperation in our survey. We would like to thank Dr. Hitesh Kardani, Fisheries Research Institute, Junagadh Agriculture University for guiding us during study and identification of the specimen.

### Conflict of Interest

No conflict of interest.

### Author Contributions

MKG: correspondence, methodology, literature review, data analysis, field work, and writing- review & editing, MZ: conceptualization, literature review, field work, data analysis, and writing- original draft, review & editing. DDM: field work, literature review, data analysis, and writing- original draft, review & editing. SJV: field work and literature review, and writing- review, SS: methodology and supervision, data analysis, and writing- original draft, review & editing.

### Ethics Approval

Ethics committee approval is not required for this study.

### References

- Alagerswami, K., & Maiyappan, M., M. (1987). Prospects and Problems of Management and Development of The Marine Molluscan Resources (Other than Cephalopods) in India. Central Marine Fisheries Research Institute, 44(1), 250-261.
- Appukuttan, K., K. (1979). Trochus and Turbo Fishery in Andamans. Seafood Export Journal, 11(1), 41-44.
- Appukuttan, K., K. (1996). Marine Molluscs and Their Conservation. Marine Biodiversity Conservation and Management.
- Appukuttan, K., K. (2008). Molluscan Resources and Management Strategies. National Seminar on Environmental Management for Sustainable Livelihood, 6-12.
- Appukuttan, K., K., & Ramadoss, K. (2000) Edible and Ornamental Gastropod Resource. Marine Fisheries Research and Management, 525-535.
- Apte, D. (2012). Field Guide to The Marine Life of India. First addition.
- Apte, P., M. (2012). The Building of Gandhinagar: New Capital of Gujarat, India.
- Arjunan, Babu., Venkatesan, V., & Rajagopal, S. (2011). Contribution to the knowledge of ornamental molluscs of Parangipettai, Southeast Coast of India. Advances in Applied Science Research, 2(5), 290-296.



- Durvey, V. S. (1975) .Commercial Marine Mollusc of India and The Need for Their Survey. Record of the Zoological Survey of India, (68) 421-429. <http://faunaofindia.nic.in/PDFVolumes/records/068/01-04/0421-0429.pdf> eol.org/pages/46462476
- Gaur, A. S. (2004). A unique Late Bronze Age copper fish-hook from Bet Dwarka Island, Gujarat, west coast of India: Evidence on the advanced fishing technology in ancient India. *Current Science*, 86 (4), 512-514.
- Gopalkrishnan, P. (1970). Some Observations of The Shore Ecology of The Okha Coast. *Journal of Marine Biological Association of India*, 12 (1&2), 15-34.
- Hornell, J.(1914) . The Sacret Chank of India: A Monograph of The Indian Conch (*Turbinella pyrum* ). Madras Fisheries' Bureau (7).
- Kamboj, R. D., Joshi, D. M., & Parmar, H. (2019). Common Marine Mollusc of Gujarat. Gujarat Ecological Education and Research Foundation.
- Kapadia, K. (2018). Pilgrim tourism proposals in Dwarka, Gujrat, India. *International research journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(10), 889-892.
- Mohamed, K. S. (2012). Marine Molluscan Diversity in India –Exploitation and Conservation Challenges in The 21<sup>st</sup> Century. *Marine Biodiversity Status, opportunities and Challenges*, pp. 37-64, 2012.
- Mohamed, K. S., & Venkatesan, V. (2017) Marine Molluscan Diversity in India- Exploitation, Conservation. Summer School on Advance Methods for Fish Stock Assessment and Fisheries Management, 56-81.
- Narasimham, K., Kripa, V., & Balan, K .(1993). Molluscan Shellfish Resource of India- An overview. *Indian Journal of Fisheries*, 40 (1 & 2), 112-114.
- Natarajan, P., Ramadoss, K., Sivalingam, D., & Thillairajan, P. (1987) Ornamental Shell Industry of Ramanathapuram Coast. Central Marine Fisheries Research Institute, 42(1), 106-110.
- Patel, M., & Patel, H. (2019). Shell's Field Guide. A Seashell Conchology a Samll Introduction of sea world. (E-book)
- Pillai K., M. & Devadoss, P. (1947). On the occurance of the sacred chank, *Xancus pyrum* of Porto Novo. *Indian Journal of Fisheries*, 21(1), 279-281.
- Pota K. A., & Patel, M., I. (1988). Exploitation and Marketing of Chanks from The Gulf of Kutch. *Central Marine Fisheries Research Institute*, 42(2), 445-450.
- Ramadoss, K. (2003). Gastropods, In: Status of Exploited Marine Fishery Resources of India. CMFRI, Cochin, 203-210.
- Ravinesh, R., Kumar, B., & Samuel, V., D. (2019) .Status of Marine Mollusc in illegal wildlife trade in India. TRAFFIC Post-December 2018, 2019.
- Sarvaiya, R., T. (1977). Studies on Mollusca of Saurashtra Coast-3 Composition. *Fisheries Technology*, 14 (2).
- Shyam, S. S., Jagadis, I., Venkatesan, V., Rahman, M., R., & Nashad, M. (2017a). "Gastropod landing, utilization and trade in India: A case study from Kollam, India," *The Marine Biological Association of India*, 59(1).
- Shyam, S. S., Jagadis, I., Venkatesan, V., Kavitha, M., & Mohamed, K. S. (2017b). Ornamental gastropod shell trade in India: A macroeconomic assessment. *Marine Fisheries Information Service Technical and Extension Series*, 231.
- Soni H. B., & Thakur, K. (2015). Preliminary Checklist of Marine Mollusks from Beyt Dwarka, Gulf of Kutch(Eco-Sensitive Zone), Gujrat, India. *International Journal of Environment* ,4 (2) .
- Subba Rao, N. V. (2003). Indian seashell (part-1) Polyplacophora and Gastropoda. *Records of The Zoological Survey of India*, 20-34.
- WPA (2021). The Wild Life (Protection) Amendment Bill, 2021.
- WWF (2013). Commercially Important Gastropod Shell Resource and Trade in India: Distribution, Status and Conservation Strategies," WWF Final Report, 2013.
- Vanhaeren, M., & Perle`s, C. (2010) .Black Cyclope neritea Marine Shell Ornaments in the Upper Palaeolithic and Mesolithic of Franchthi Cave, Greece: Arguments for Intentional Heat Treatment. *Journal of Field Archaeology*, 35(3), 298-310.
- Venkatesan, V. (2010). Marine Ornamental Molluscs. National Training Programme on Marine Ornamental Fish Culture-2010 at Mandapam CMFRI.

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

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



## REVIEW

### The Present Situation of the Fisheries Sector in Iraq: A Critical Review

Muzaffer Mustafa Harlıoğlu\*, Shokri Omar Mustafa, Zahra Batool

Fisheries Faculty, Fırat University, 23119 Elazığ, Türkiye  
Fisheries Faculty, Fırat University, 23119 Elazığ, Türkiye  
Fisheries Faculty, Fırat University, 23119 Elazığ, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-8288-0571>  
<https://orcid.org/0000-0003-3290-1092>  
<https://orcid.org/0000-0002-4393-3527>

Received: 08.12.2022 / Accepted: 19.04.2023 / Published online: 04.07.2023

#### Key words:

Aquaculture  
Barbus  
Carp  
Fish consumption  
Fish production  
Marine fish  
Trout

**Abstract:** In this review, the status of fisheries in Iraq is described. Iraq has two main water resources, the Tigris and Euphrates Rivers, forming a water area of approximately 700,000 hectares. Surface waters are distributed as natural lakes (39%), dam lakes (13.3%), and rivers and their tributaries (3.7%). On the other hand, marshes constitute 44% of the water sources in Iraq. The Iraqi government began recording fish production from wild and aquaculture in 1986. Total fish production from freshwaters in Iraq in 1991 and 1998 were 18,800 and 30,000 tons, respectively. In 2020, the total fish production in Iraq reached to 241,848 tons (Anonymous, 2022a). The bulk of fish production belonged to carps followed by barb (genus *Barbus*) and trouts. With respect to capture fishing in Iraq, a variety of trawl nets (single-bag and multi-bag) and gillnets have commonly been used. The 1970s and 1980s were characterized by low consumption of fish meat (i.e., 4.3 kg in 1979), but it has gradually increased over the last years and has reached a remarkable 10 kg per capita in 2020. In this review, freshwater and marine fish species, aquaculture production and wild catch, institutions and centers specialized in researching and developing fisheries, fish meat consumption, problems of the fishing industry and potential solutions to develop the fishing industry in Iraq are outlined. This is the first study on the present status of fisheries in Iraq.

#### Anahtar kelimeler:

Akuakültür  
Barbus  
Sazan  
Balık tüketimi  
Balık üretimi  
Deniz balığı  
Alabalık

#### Irak'ta Balıkçılık Sektörünün Günümüzdeki Durumu: Eleştirel Bir Derleme

**Öz:** Bu derlemede Irak'taki balıkçılığın günümüzdeki durumu anlatılmaktadır. Irak, yaklaşık 700 000 hektarlık bir su alanı oluşturan Dicle ve Fırat Nehirleri olmak üzere iki ana su kaynağına sahiptir. Bu su kaynaklarının %39'unu doğal göller, %13,3'ünü baraj gölleri ve %3,7'sini akarsular ve kolları oluşturmaktadır. Öte yandan, Irak'taki su kaynaklarının %44'ünü bataklıklar teşkil etmektedir. Irak hükümeti, 1986'da (4000 ton) doğal ve su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen balık üretimini kaydetmeye başlamıştır. Irak'ta tatlı sulardan elde edilen toplam balık üretimi 1991 ve 1998 yıllarında sırasıyla 18 800 ve 30 000 ton olmuştur. Ayrıca, 2020 yılında Irak'ta toplam balık üretimi 241 848 tona ulaşmıştır. Balık üretiminin büyük bir kısmı sazandan elde edilir. Bunu *Barbus* ailesi ve alabalık takip etmektedir. Irak'ta balık avlamak için farklı tipte trol ağları (tek torbalı ve çoklu torbalı) ve uzatma ağları yaygın olarak kullanılmaktadır. 1970'ler ve 1980'ler düşük balık eti tüketiminin olduğu yıllar olmuştur (örneğin, 1979'da 4,3 kg), ancak son yıllarda balık tüketimi kademeli olarak artmış ve 2020'de 10 kg'a ulaşmıştır. Bu derlemede, Irak'ta tatlı su ve deniz balıkları türleri, su ürünleri üretimi ve doğadan avlanma, su ürünleri araştırma ve geliştirme konusunda uzmanlaşmış kurum ve merkezler, balık eti tüketimi, balıkçılık endüstrisinin sorunları ve Irak'ta balıkçılık endüstrisinin geliştirilmesi için olası çözümler ana hatlarıyla belirtilmiştir. Bu derleme Irak'ta balıkçılığın durumuna ilişkin ilk çalışmadır.

#### Introduction

Although Iraq is an oil-rich country and has an arid climate, fisheries played an active role in the country's economy until 1980. However, the aquaculture sector was adversely affected as consequence of the Iran–Iraq war in the 1980s and Kuwait operations. Environmental impacts from oil pollution also significantly diminished aquaculture production in Iraq (Jaradat, 2002; Maaruf and Akbay, 2020). Moreover, natural fish production in Iraq

has also been adversely affected by climate changes (i.e., increase in water temperature and drought) and by the presence of *Carassius gibelio*, a non-native cyprinid fish species, in some freshwaters of Iraq since 2012; i.e., it is more abundant in the Tigris River in recent years (Anonymous, 2022a, b). Therefore, prospects for national food security in Iraq in the short or long-term by

\*Corresponding author: mharlioglu1@hotmail.com

international food aid and agricultural technology are unpromising (Maaruf and Akbay, 2020).

In Iraq, fish species cultured under controlled conditions are carp (93%) and trout (7%) (Anonymous, 2022a, b). There were two main official fishery research centers in Iraq (the Fish Research Center in Zaaferaniyah and the Marine Science Center in Basra) supplying fingerlings and feed to fish farmers in the 2000s (Grafton, 2010), but in recent years, only one hatchery is operational (Swera in Baghdad).

In Iraq, approximately 40% of the total fish products sold in markets are imported from abroad (Anonymous, 2022a, b). However, the share of local fishing is limited to 20-40% and the share of aquaculture is at 40%. It is thought that the decrease in harvest from natural resources has resulted in an increase in the rate of fish importation from other countries. Therefore, it is necessary to investigate the reasons for the decrease in natural populations in Iraq.

Currently in Iraq, the fisheries and aquaculture sectors have more potential for development than that of other meat producing sectors such as poultry and ruminants, as they only account for 4% of the total investment. For example, in recent years, fish production has improved in Northern Iraq and especially in Erbil province, but it is necessary to follow scientific and technological developments for higher economic returns at the lowest possible cost. In addition, despite the high importance of fish production in Iraq, the sector is faced with many problems with respect to production and investment, such as bureaucratic difficulties (i.e. difficulties in obtaining

official permits), limited use of scientific, technological and innovative developments in fish farming and high fish production costs in recent years (FAO, 2019).

### Freshwater fish species

Although there are 24 freshwater fish species recorded in the freshwaters of Iraq (Figure 1) (Al-Jubour and Mohamed, 2019) only *Cyprinus carpio* and *Hypophthalmichthys molitrix* are harvested for economic trade. The other freshwater fish species are: *Arabibarbus grypus*, *Acanthobrama marmid*, *Asalus eorase*, *Barbus lutebis*, *Barbus sharpi*, *Barbus grypus*, *Barbus xanthopterus*, *Capoeta damascina*, *Cyprinion kais*, *Capoeta umbla*, *Cterophary godon*, *Calliotropis delli*, *Carassius auratus*, *Carassius gibelio*, *Luciobarbus vorax*, *Luciobarbus xanthopterus*, *Mastacembelus mastacembelus*, *Mesopotamichthys sharpeyi*, *Mystus pelusius*, *Planiliza abu*, *Silurus triostegus* (Anonymous, 2022a, b). According to (Al- Jubour and Mohamed, 2019), these species belong to ten families, of which 17 are native and 7 are non-native.

Freshwater fish are caught from the Tigris and Euphrates rivers. In addition, some fishermen catch fish in the dam of Mosul, Dokan, Darbandikhan and Habaniya. For example, there are more than 1500 fishermen catching fish in the Mosul dam which is the biggest dam in Iraq (Anonymous, 2022b).

There are approximately 15,340 fishing boats in Iraq. Most of these boats (85%) are non-powered and the rest are equipped with engines of with horsepower 40 and below (Anonymous, 2022b).

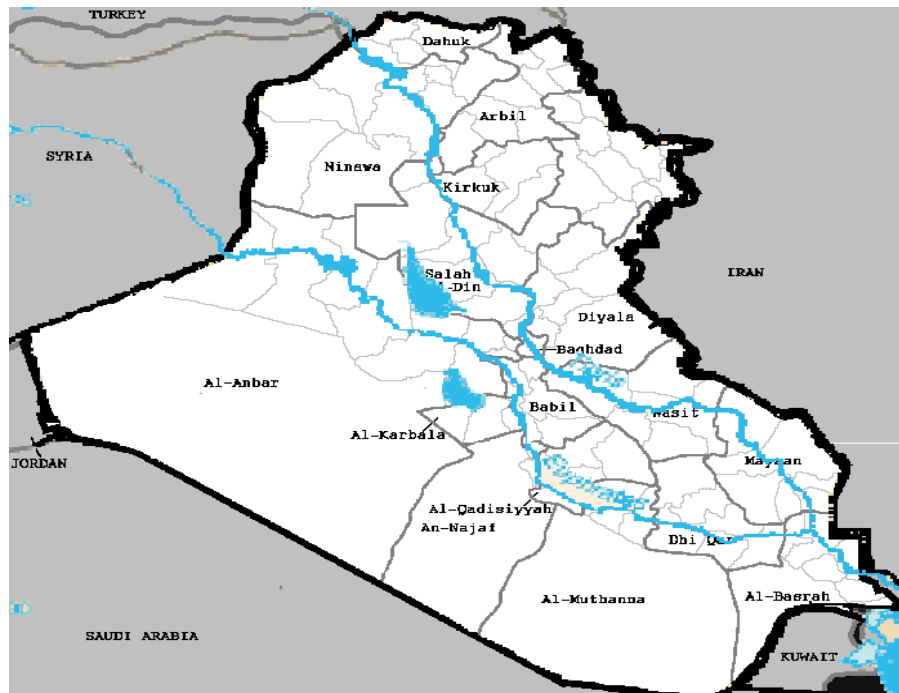


Figure 1. Freshwater resources and catchments area of rivers Tigris and Euphrates in Iraq (Wikimedia Commons, 2023)

### Marine fish species

The coastal area of Iraq is very limited. Although Iraq has a coastline of only 100 kilometers in the Persian Gulf, it has two large ports that can serve all kinds of sea vehicles. These are the ports of Ümm-ül-Kasr on the shore of the Gulf of Basra and on the shore of the Şattularap waterway. On the other hand, as for marine fisheries, Iraq has limited water borders (2 km). Basra is the only city that borders the waters of the Arabian Gulf, with 70% of the fishermen living in this city and some private companies also fish in this area.

The most important marine species are *Tenualosa ilisha*, *Lethrlrus nebulous*, *Pampus argenteus* and *Sparus aurata* (Al-Helli et al., 2019). The government controlled the marine fish catches between 1980-1986, but the control was not carried out after 1986 because of political reasons (Anonymous, 2022a). The annual fish production of marine fish was estimated at 1300 tons until the end of 1997. However, fish production increased remarkably to 13,400 tons in 1998 (Anonymous, 2022a).

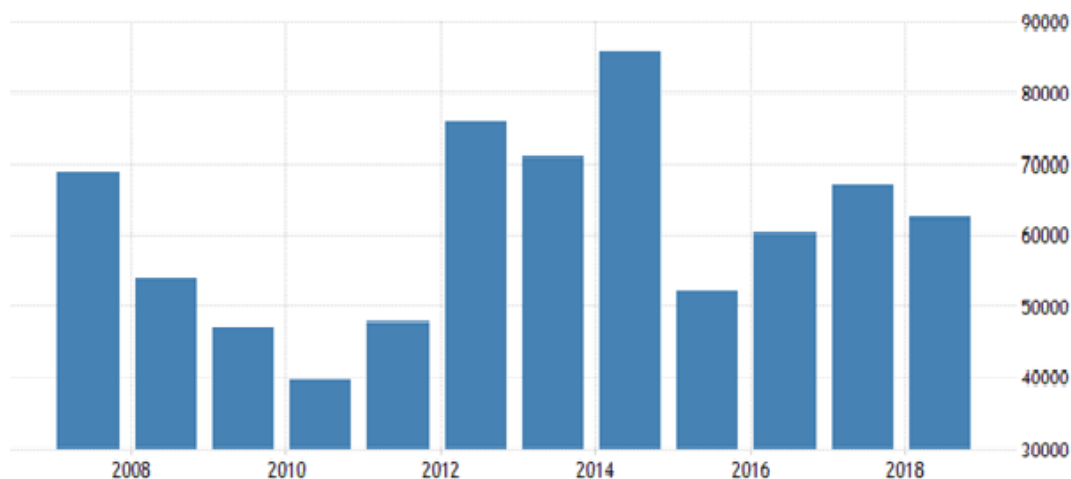
Extensively used fishing gears and equipment for marine fish are trawls and ocean nets such as pelagic gillnets, bottom gillnets and other means of equipments such as shovels. The number of boats used in marine fishing is estimated as 1600, with only 3% of these boats are of relatively large size having an engine power of 200 horse power (HP). The rest are equipped with less powerful engines (Anonymous, 2022a).

### Fish production in Iraq

#### Aquaculture production

Aquaculture production in Iraq is carried out in an area of approximately 7,500 hectares, and the main fish species produced are the common carp, grass car, and silver carp. Trout species are also reared in concrete ponds in the mountainous regions (Anonymous, 2022a).

The mean estimated aquaculture production between the period 1986- 1997 was approximately 4000 tons per year. However, it reached 7500 tons in 1998. On the other hand, after 2011, aquaculture production methods in Iraq has improved. For example, fish farmers began to use cages instead of earthen ponds for carp production and concrete ponds for trout production. As a result of this, an increase in fish production has been observed between 2011 - 2014. For example, the total fish production in Iraq reached approximately 80,000 and 85,000 tons in 2012 and 2014, respectively. On the other hand, the Koi herpes virus (Ababneh et al., 2020) and the decrease in the water level of the Tigris and Euphrates rivers (Anonymous, 2022a) caused a gradual reduction in fish production in Iraq after 2014. The production was reduced to approximately 51,000 tons in 2015 (Anonymous, 2022a). Moreover, as indicated in Figure 2, total fisheries production in Iraq was reported to be 62,673 tons in 2018 (World Bank, 2020). It reached 241,848 tons (150,000 tons from aquaculture and 91.848 tons from wild catch) in 2020.



**Figure 2.** Total fisheries production (tons) in Iraq between 2008 and 2018 (World Bank, 2020)

The number of privately owned, registered fish farms is about 1983, of which only ten have an area of 1000 hectares and the rest are smaller than 4 hectares. These farms use freshwaters (rivers, streams) and well waters. In Iraq, there is no marine fish farming operation (Anonymous, 2022a).

The number of fish farms in Iraq has been increasing rapidly, especially after 2012. Currently, there are more than 1742 earthen ponds with a capacity of 61,110,000 m<sup>2</sup>, more than 1,330 cages with a capacity of 227,289 m<sup>2</sup> and 33 RAS (Recirculating Aquaculture System) farms with a

capacity of 31,535 m<sup>2</sup> in the whole of Iraq. In addition, 16 trout salmon farms with a capacity of 30000 m<sup>2</sup> are present in the north of Iraq (Anonymous, 2022a).

There are only 25 carp hatcheries producing fingerlings in Iraq.

#### Wild catches

In 2020, there were 7,654 registered fishermen in Iraq and the production totaled 91,848 tons. In local markets, 82% of the fish produced was consumed as fresh, 14% as alive and 4% as frozen. On the other hand, there are

currently no fish processing factories established in Iraq (Anonymous, 2022a, b).

The data for the amount of local catches for some years is limited (Taher, 2011; Nasir and Khalid, 2013), and there is no information in the literature for wild catches for all of Iraq (Anonymous, 2022a, b).

***Institutions and centers specialized in researching and developing fisheries in Iraq***

The Fisheries Research Center in the city of Al-Zafaraniya was the biggest fisheries research center in Iraq. It contained three departments: education, nutrition and diseases. The center published research studies and assisted graduate students in completing their research. The center contained ponds and small hatchery units for experimental investigations. However, it was closed during the previous regime and merged with Ebaa in 1990. Ebaa Center for Agricultural Research included a department for fish research and focused on improving fisheries in Iraq. Ebaa Center is still closed. The Marine Sciences Center, located in the city of Basra, focuses on specialized scientific studies in marine sciences (Anonymous, 2022a).

The General Authority for Fisheries Development with expertise in the fields of breeding, multiplication and development of fisheries was reconstituted in 2014

The central hatchery in Essaouira’s city is involved in the production of fingerlings of three types of carp (common, herbivorous and silver) to meet the needs of fingerlings for fish farms. The hatchery also aimed to produce fingerlings for stock enhancement of Iraqi local fish species such as brown (Spangled emperor; *Lethrinus nebulosus*) and kattan (Yellowfin barbell; *Luciobarbus xanthopterus*) into inland waters.

There is only a single department at the College of the Agriculture/University of Basra and it is the only department that specializes in studying fish, where students are awarded a bachelor’s degree. Also, all science colleges in Baghdad, Mosul, Salah al-Din, Al-Mustansiriya and the city of Erbil (Salah al-din University) have recently opened departments on fish studies.

The fish resources directorate belongs to the general directorate of animal resources under the Ministry of Agriculture and Water Resources in Northern Iraq.

**Fish meat consumption in Iraq**

Historically, fish consumption in Iraq reached an all-time high of 4.30 kg per capita in 1979 and an all-time low of 0.770 kg in 2003. Therefore, Iraq ranked 135th among 158 countries in terms of fish consumption in 2003. However, fish consumption reached 2.90 kg in 2013. Moreover, the consumption of fish meat in Iraq has increased gradually in recent years. For example, Iraq’s population was about 42 million in 2020 and annual fish meat consumption per capita was approximately 10 kg (Anonymous 2022a).

Apparent fish consumption in Iraq was estimated at 2.6 kg/capita in 2016. In 2017, imports of fish and fishery

products were estimated at USD 148 million and exports at USD 80,000 (FAO, 2022).

**Table 1.** Type (ground soil pond, cages, RAS and trout) and number of farms, their surface area and production in Iraq (Anonymous, 2022a, b)

	Type of farm	No. of farm	Capacity (m <sup>2</sup> )	Production (ton)
1	Ground soil pond farm	1,742	61,110,000	12,063
2	Cages	1,330	227,289	9,101
3	RAS farm	33	31,535	1,650
4	Trout farm	16	30,000	1,238

**Problems of the fishing industry in Iraq**

***The lack of fisheries framework and database***

The General Authority for the Development of Fish Resources was closed in 1989 by an arbitrary decision that led to the dissolution of its specialists. Therefore, currently, there is still no adequate reestablished organizational structure for the Development of Fish Resources in the Iraqi Ministry of Agriculture.

***Increase in fish production expenditures***

Due to the lack of fish feed manufacturing facilities productivity and food conversion ratio are negatively affected and use of by-products in feed formulations are limited. Consequently, cost of feed can sometimes reaches up to 70% of the total production costs, reducing revenue and profit. .

***Limitation of the optimal use of the ingredients in forming fish rations***

Optimal limits of raw materials are generally not considered when rations are formulated. For example, the use of wheat, corn or soybean and other feed additives above the optimal ratios at a given fish age may result in decreases in digestion efficiency and lower feed conversion ratio.

***Genetic deterioration in carp***

Carp were first imported from Hungary in 1955 for aquaculture purposes. In 1982, new breeders were also transferred from the same country. They have since been used for breeding and farming. The absence of new genetically engineered incubators has caused degradation in some reproductive features of the introduced carp. On the other hand, these strains indicated by low growth rates, low feed conversion rate, elongation of the body and less tolerance to diseases, led to the need to transfer new genetically raised carp breeders.

### ***The negative impact of climate changes***

The negative effects of climate changes on aquaculture and fisheries have been observed since 2012. The high-water temperatures resulted in favorable conditions for newly introduced fish species, such as *Crassius gibelio* (Shikhat, local name) in the Tigris River in the North of Iraq. This species has had a negative impact on carp and barb populations.

***Adverse effects on water resources due to increased drought:*** Due to the increase in drought in recent years, the amount of natural water resources has decreased and the habitat of fish has disappeared in many water resources in Iraq. For example, the Al-Hawizeh marsh is one of the largest wetlands in southern Iraq. In the last two decades, 65% of a permanent marsh has been drained, resulting in a significant loss of native aquatic flora and fauna. The marsh was flooded again in April 2003 (Mohamed *et al.*, 2008).

### **Other Problems**

Fish cultivation in Iraq is mainly carried out in ground soil ponds, which require substantial land area and large amounts of water. Modern fish farming technologies such as cages and recirculating aquaculture systems (RAS) are not used. Since there are no fishmeal and soybean meal production facilities in Iraq, these ingredients are imported. Therefore, the cost of feed is quite high. Fish processing and canning plants have not been established yet in the country. There is also limited research on intensification of local and commercial fish culture and reducing feed costs. In addition, there are only a few fish markets available for customers (Anonymous, 2022b). Although annual fish consumption per capita in the world reached 20.3 kg in 2018 (FAO, 2020), this value is lower than half of the world average for Iraq. In fishing, problems such as use of illegal fishing gear, extensive catch of undersized fish, and overfishing are major problems. There are limited efforts focused on fisheries research, water quality and disease diagnosis. Iraq, for example, faced a major Koi herpes virus disease problem in 2018. Because the samples were sent abroad for diagnosis and a valid result could not be obtained, the disease could not be diagnosed quickly, causing the disease to spread to other populations and spread out of control. The recent ban on marine fishing activities and privatization of the fishing fleet has led to a decline in marine fish production in Iraq (Anonymous, 2022a). Extensive bureaucracy in the country is also discouraging for investors who are willing to invest in the field of fisheries. Laws regulating fishing, exploitation and protection of aquatic life were enacted in 1976 (Legislation number: 48) so there is an urgent need for new regulations in fisheries.

### **Potential solutions to develop the fishing industry in Iraq**

#### ***Creating a new fisheries framework***

One of the most important point is to create a new fishing framework by creating an updated organizational

structure. Preferably, the General Directorate should include not only fish but also other aquatic animals. This action will potentially cause an increase in fish production. Laws regulating fishing, exploitation and protection of aquatic life are more than 40 years old. Therefore, regulations and laws need to be updated. For example, the regulation on the prevention and activation of poaching in Iraq needs to be renewed, penalties for violators and illegal fishermen should be increased and investment should be encouraged by reducing bureaucracy. Updating the laws will cause investors to implement large fish and other aquaculture projects to increase production in Iraq. Similarly, Abood and Mohamed (2020), also stated that some management measures need to be taken in Basrah inland fisheries, including the implementation of fish regulations, in particular, the prevention of illegal fishing methods and increasing fish production by releasing fingerlings of cyprinid species to preserve them and protect them from extinction and overfishing.

Fish-feed producing factories should be established to reduce feed costs and increase the efficiency of the feed conversion rate. Fish meal and fish oil constitute approximately 70% of the cost of fish pellet feed. Therefore, fish meal and fish oil factories should also be established to reduce the production cost of fish pellet feed. Consideration should be given to the use of high-value additives of by-products such as fish meal and oil, corn gluten meal, distillers' dried grain with solubles (DDGS) and others when rationing.

New carp breeders should be imported to Iraq to improve the genetic characteristics of carp, increase their production and resistance to disease and climate change, and also reduce production cost. For these reasons new carp breeders were imported from Hungary in 2009 (Al-Humairi *et al.*, 2020). If necessary, the import should be repeated. To increase fish production, present production techniques should be transformed into semi-intensive systems such as recirculating aquaculture systems (RAS), hydroponics and aquaponics. Use of equipment for mass culture of aquatic organisms such as automatic feeders and blowers should be expanded. In this regard, in coordination with the relevant authorities and developed countries, it is necessary to participate in scientific projects on increasing productivity per unit area, reducing water use and decreasing costs.

The number of markets for fishery products are very limited in Iraq. This is a major problem for local anglers. Therefore, the number of fishery markets should be increased. In order to reduce competition between local and imported fish, it is necessary to limit fish imports from other countries during the local production period, especially for carp. In order to increase the consumption of fish to levels comparable to that of global consumption, the importance of dietary seafood should be communicated more effectively with the public. In Iraq, laboratories focusing on feed, water and soil analysis and diagnosis of fish diseases should be established.

Carp and barb populations have been adversely affected by climate changes, especially in northern Iraq. The state, therefore, needs to produce large numbers of fry and stock them in rivers and dams to compensate for losses and increase carp and barb populations. A preliminary study was initiated by the Duhok Governorate of Northern Iraq with the stocking of approximately 200,000 carp fry in the Tigris River (Anonymous, 2022b).

### Conclusion

It can be concluded that aquaculture, wild catch, and fish meat consumption have increased recently in Iraq, but the fisheries sector needs more government support to increase production. The implementation of scientific and technological modernization can improve commercially viable local fisheries, as well as increase aquaculture production. In addition, strict management practices are needed to increase the consumption of fisheries production and to ensure the sustainable harvest of fisheries resources.

### Conflict of Interest

The authors have no conflict of interest.

### Author Contributions

Conceptualization: MMH; investigation: SOMM; data collection: SOMM; data curation: SOMM, ZB and MMH; writing original draft preparation: SOMM, ZB and MMH; writing-review and editing: ZB and MMH; supervision: MMH. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

### Ethics Approval

Ethics committee approval is not required for this study.

### References

- Ababneh, M., Hananeh, W., & Alzghoul, M. (2020). Mass mortality associated with koi herpesvirus in common carp in Iraq, *Heliyon*, 6: e04827
- Abood, A. N., & Mohamed, A. R. M. (2020). The current status of inland fisheries in Basrah province, Iraq. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(5), 120-127.
- Al-Helli, A.M., Resen, A.K., & Ali, A.H. (2019). Fish Assemblage in the Euphrates River at Al-Samawa City, Southern Iraq. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 32: 33–46
- Al-Humairi, K.O.M., Tameemi., Riyadh, A.A., & Al-Noor, S.S. (2020). Growth performance and feed efficiency assessment of two groups of common carp (*Cyprinus carpio* L.) cultivated in Iraq. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 33(1): 189-199
- Al-Jubouri, M.O.A., & Mohamed, A.B.M (2019). Some Biological Aspects of Al - Shabbot *Arabibarbus grypus* (Heckel, 1843) in Al-Diwanyia River, Middle of Iraq. *Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences*, 27(2): 306-316
- Anonymous, (2022a). Yearly fishery statistics of the Ministry of Agriculture in Iraq, the General Directorate of Animal resources, Fish Resources Directorate.
- Anonymous, (2022b). Yearly fishery statistics of the Ministry of Agriculture and water resources in Iraqi Kurdistan, the General Directorate of Animal resources, Fish Resources Directorate.
- FAO, (2019). The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>.
- FAO, (2020). The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>.
- FAO, (2022). Fishery and Aquaculture Country Profiles. Iraq. Country Profile Fact Sheets. Fisheries and Aquaculture Division, Rome.
- Grafton, R.Q. (2010). Adaptation to climate change in marine capture fisheries. *Marine Policy*, 34(3): 606-615
- Jaradat, A.A. (2002). Agriculture in Iraq: Resources, Potentials, Constraints, and Research Needs and Priorities. Department of State, Middle East Working Group on Agriculture October 5-6, Washington, DC, USA.
- Maaruf, H.T., & Akbay, C. (2020). Economic Analysis of Fish Farming in the Northern Region of Iraq. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 23(5): 1257-1269
- Mohamed, M.A.R., Hussain, N.A., Al-Noor, S.S., Mutlak, F.M., Al-Sudani, I. M., Mojer, A. M., Toman, A. J., & Abdad, M. A. (2008). Fish assemblage of restored Al-Hawizeh marsh, Southern Iraq. *Ecology and Hydrobiology*, 8(2-4): 375-384
- Nasir, N.A.N., & Khalid, S. A.R. (2013). A Statistic Survey of Marine and Freshwater Fish Catch in Basrah, Iraq 1990 – 2011. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 31(1): 1-9
- Taher, M.M. (2011). Catch rates of marine fish species from Shatt Al- Basrah Canal, Southern Iraq. *Iraqi Journal of Aquaculture*, 8(2): 95- 108
- Wikimedia Commons (2023). *Iraq rivers and governorates*. Access date: October 19, 2022. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iraq\\_rivers\\_and\\_governorates.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iraq_rivers_and_governorates.png)
- World Bank (2020). The 2022 Annual Meetings of the International Monetary Fund (IMF) and the World Bank Group (WBG) October 10 and October 16 in the IMF and World Bank Group headquarters, in Washington DC. <https://www.worldbank.org/en/meetings/splash/annual>

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

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



## REVIEW

## Stabilization of Frozen Stored Fish Mince

Şebnem Tolasa Yılmaz

Department of Fisheries and Fish Processing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, 35100, Bornova, Izmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7061-8960>

Received: 07.02.2023 / Accepted: 09.05.2023 / Published online: 04.07.2023

### Key words:

Cryoprotectant  
Antioxidant  
Oxidation  
Frozen storage  
Fish mince

**Abstract:** Today discard and fish species with low economic value as well as by products generated during fish processing are in Turkey and around the world contain protein, fatty acids, vitamins and minerals that are very beneficial for human health. It is possible to evaluate these stocks as a functional food, which cannot be used effectively as human food, with using innovative formulation strategies in the form of cryostabilized minced meat blocks. However oxidation of lipids and proteins especially during frozen storage causes quality losses. Antioxidants are widely used to prevent the lipid oxidation and cryoprotectants to delay protein denaturation. Due to the possible toxicity and carcinogenic effects of synthetic additives, the interest in using natural ingredients is increasing day by day. For this reason it is important to stabilize the minced fish blocks during frozen storage which are processed with natural cryoprotectants and antioxidants.

### Anahtar kelimeler:

Kriyoprotektan  
Antioksidan  
Oksidasyon  
Dondurarak muhafaza  
Balık kıyması

### Dondurarak Depolanan Balık Kıymasının Stabilizasyonu

**Öz:** Günümüzde, Türkiye’de ve dünya genelinde ıskarta ve ekonomik olmayan türler, bunun yanında işleme esnasında ortaya çıkan yan ürünler, insan sağlığı açısından çok faydalı protein, yağ asitleri, vitamin ve mineralleri içermektedir. İnsan gıdası olarak yeterince etkin bir şekilde değerlendirilemeyen bu stokların, soğuk şokuna karşı dayanıklı hale getirilmiş (kriyostabilize edilmiş) kıyma blokları halinde, yenilikçi formülasyon stratejileri ile fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmeleri mümkün olmaktadır. Ancak özellikle dondurarak depolama esnasında lipidlerin ve proteinlerin oksidasyonu kalite kayıplarına neden olmaktadır. Antioksidanlar lipid oksidasyonunun engellenmesinde, kriyoprotektanlar ise, protein denatürasyonunun geciktirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sentetik katkı maddelerinin olası toksisite ve karsinojenik etkilerinden dolayı, doğal içeriklerin kullanılmasına yönelik ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle antioksidatif ve kriyoprotektif etkiye sahip içeriklerle işlenen balık kıymasının dondurarak depolamadaki kararlılığı önem arz etmektedir.

### Giriş

Dünya su ürünleri üretimi 177.8 milyon ton olup, bunun 157.4 milyon tonu insan tüketimi amaçlı, 20.4 milyon tonu ise gıda dışı kullanılmaktadır (Birleşmiş Milletler (BM) Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2022). Türkiye’de toplam su ürünleri üretimi 799.851 bin ton olup, bunun 107 bin tonu balık unu ve yağı olarak kullanılmakta, 2.768 bin tonu ise hiç değerlendirilmemektedir (Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK, 2022).

Dünyada ve ülkemizde hala hedef dışı avcılık türleri ve ekonomik olmayan türlerin avcılığı yapılmakta olup, bu türlerin sahip olduğu boy, kemiksi yapı, lezzet, görünüş ve tekstürel özellikler tüketicilerin olumsuz etkilenmelerine neden olmaktadır. Bunun yanında diğer su ürünlerinin işlenmeleri esnasında türe göre değişmekle birlikte oldukça yüksek oranda işleme yan ürünleri açığa

çıkılmaktadır. Herbir türün kendine has kompozisyonu, şekli, boyutu farklı olmakla birlikte genel olarak %15-20 kırıntı et açığa çıkmaktadır (Martínez-Alvarez vd., 2015). Yan ürünlerin, bitki gübresi, hayvan yemi, katma değerli gıdalar ve spesifik maddeler olarak değerlendirilmeleri mümkün olmaktadır. Gübre olarak değerlendirilmeleri düşük ekonomik değerli olurken, katma değerli gıda ve spesifik maddeler olarak değerlendirilmesi yüksek ekonomik değere sahip olmaktadır. Bu ekonomik olmayan türlerin ve işleme yan ürünlerinin etkin bir şekilde yeniden yapılandırılmış katma değeri yüksek ürünler olarak değerlendirilmeleri önem arz etmektedir. Bu nedenle bu işleme yan ürünlerinin kullanılabilmesi için, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve endüstrinin sürdürülebilirliği önem taşımaktadır. Balık kıyması, formüle edilerek yeniden yapılandırılan ürünlerin

\*Corresponding author: [sebnem.tolasa@ege.edu.tr](mailto:sebnem.tolasa@ege.edu.tr)



hazırlanmasında, tekstürel modifikasyonun sağlanması açısından çok ideal bir ham materyaldir. Dondurularak depolanan su ürünlerinde özellikle surimi ve balık kıymasında, lipid oksidasyonunun ve protein denatürasyonunun engellenmesinde veya geciktirilmesinde antioksidanlar ve kriyoprotektanlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Lipid oksidasyonunun engellenmesinde veya geciktirilmesinde, toksisite ve karsinojenik etkilerinden dolayı sentetik antioksidanların yerine doğal antioksidanların kullanımı ve yine protein denatürasyonunun geciktirilmesinde, şekerin sağlık üzerindeki negatif etkilerinden dolayı sakaroz ve sorbitol gibi ticari olarak kullanılan katkı maddelerinin yerine alternatif kriyoprotektanların kullanımı hergeçen gün yoğun ilgi görmektedir. Bu nedenle yeniden formüle edilen kıyma temelli ürünlerin üretiminde doğal içeriklerin keşfi ve bunların fiziko-kimyasal kalite üzerindeki etkilerinin araştırılması önem arz etmektedir.

### Balık kıyması üretimi

Balık kıyması, kemikleri ve kılçıklarından arındırılarak kıyılmış, yıkanmamış balık eti olarak ifade edilmektedir. Yüksek kabul edilebilir nitelikteki kıyma temelli ürünlerin geliştirilmesi, mekaniksel olarak kemiksi yapılarından arındırılarak, yıkama işlemi uygulanmamış balık kıymasının dondurarak depolama kararlılığının sağlanması ile mümkün olmaktadır. Yıkama işlemi uygulanmamış balık kıyması surimi gibi diğer ara materyallere kıyasla, balık kasına ait tüm proteinleri ve biyomolekülleri içermesi nedeniyle besinsel (suda çözünür vitaminler, proteinler, mineraller, yağlar) ve fonksiyonel açıdan (etsi tekstür) avantajlar sağlamaktadır. Buna ilaveten yıkama işlemi gibi herhangi bir ara işlem uygulanmadığı için, verim de daha yüksek olmaktadır. Kıyma temelli ürünlerin üretiminde iki temel unsurun; balık kıymasının kriyostabilizasyonu ve formülasyonunun sağlanması önem arz etmektedir.

Ticari olarak balık kıymasının hazırlanmasında kalite açısından bazı önemli olan unsurlar dikkate alınmalıdır. Balık kıymasının kalitesi, üreme dönemi öncesi ve sonrasına göre de değişim göstermektedir. Bu dönemdeki balıklar, beslenme dönemindeki balıklara kıyasla, yüksek nem içeriğine ve buna bağlı olarak daha düşük yağ ve protein içeriğine sahip olmaktadır.

Aynı zamanda kemiksi yapıların yoğunluğu da kalitede etkili olmaktadır. Daha az kemik içeren türlerin fonksiyonel özellikleri de daha yüksek olmaktadır. Mekaniksel olarak kıyma işleminde önemli olan, tür bazlı işlemin uygulanmasıdır. Morina gibi gadoid türlerinde baş ve iç organ ile birlikte kemiksi yapının çıkarımı, levrek gibi küçük boyutlu orta su türlerinde baş ve iç organ çıkarımı ve uskumru gibi pelajik yağlı türlerden, koyu etlerin mekaniksel olarak ayrımının sağlanarak, son kıymada kan ve iç organ içeriğinin minimize edilmesi ve kriyostabilizasyonun sağlanması gerekmektedir. Bu türlerde fileto çıkarımı ve 3 mm gözenek açıklığı (pul ve kemik parçalarının uzaklaştırılması için) önem arz etmektedir. Enzimatik ve oksidatif reaksiyonların kontrolü

için materyaller ve ortam sıcaklığının 10 °C'nin altında tutulması önem arz etmektedir (Lee, 2011).

### Dondurarak depolanan balık kıymasının lipid ve proteinlerinde meydana gelen kalite değişimleri

Su ürünleri sahip oldukları yüksek omega-3 içeriği ve elzem amino asitler açısından oldukça değerli bir besin kaynağıdır. Ancak uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri ( $\omega$ -3 PUFA), hem pigmentler ve demir, bakır gibi metaller balık kasını lipid oksidasyonuna maruz bırakan önemli faktörlerdir. Balık lipidlerinin oksidasyona maruz kalması, sadece ransidite (acılaşma) ve lezzet kaybına neden olmakla kalmayıp, aynı zamanda besinsel değerde kayba ve toksik olan ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin oluşumu ile güvenlik açısından da problemlere neden olmaktadır. Bununla birlikte, lipid oksidasyon ürünleri ile proteinler, amino asitler, vitaminler ve kolesterol gibi balık kasındaki bileşenler arasında meydana gelen reaksiyonlar, bozulmalara ve arzu edilmeyen değişikliklere neden olmaktadır. Lipid oksidasyonu sonucu oluşan serbest radikallerin, proteinleri oksitleme potansiyeline sahip olduğu ve kas proteinleriyle reaksiyona girdiği bilinmektedir (Li ve King, 1999). Bu reaksiyonlar, genel kalite kayıplarının yanında, besinsel değerde de kayıplara neden olmaktadır (Nikoo ve Benjakul, 2015). Bu kapsamda balık kıymasının kalitesi, sahip olduğu besinsel değere, renge, lezzete, fonksiyonel özelliklere (su bağlama, kohezyon-adhezyon, emülsifikasyon, yağ absorblama, lezzet bağlama, vizkozite ve çözünürlük) ve taze materyalin başlangıç tazeliğine göre değişiklik göstermektedir (Lee, 2011).

Balık kıymasından hazırlanan ürünlerin lezzeti, sahip oldukları serbest amino asit içeriğine, nükleotitlere, üre gibi karakteristik bileşenlerin varlığına, yağ orijinli uçucu bileşenlerin varlığına, lipid oksidasyonunun gelişimine ve ısıtma işlemi esnasında oluşan maylard reaksiyonu sonucunda oluşan ürünlerin varlığına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Dondurma ve dondurarak depolama, kalitenin korunması açısından önemli teknolojilerdendir. Bu teknolojiye her ne kadar mikrobiyal bozulma etkili bir şekilde kontrol altına alınsa da, su ürünlerinin uzun süreli dondurularak muhafazası, depolama esnasındaki sıcaklık dalgalanmaları, tekrar eden dondurma-çözündürme işlemleri, protein ve lipid oksidasyonu gibi kimyasal bozulmaları durduramaz ve enzimatik reaksiyonların ilerlemesine bağlı olarak, fiziksel ve biyokimyasal değişimler meydana gelir (Jiang vd., 1987, Matsumoto, 1979, Suzuki, 1981, Lian vd., 2000, Andersen ve Jorgensen, 2004, Benjakul ve Visessanguan, 2011, Nikoo vd., 2014, Nikoo vd., 2015., Nikoo vd., 2016).

### Dondurma ve dondurarak depolama esnasında lipidlerde meydana gelen değişimler

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olan türlerin, mekaniksel kıyma işlemine maruz kalması, dondurarak depolama esnasında balık kıymasını oksidatif ransiditeye karşı hassas hale getirmektedir. Yıkamamış balık kıyması demir, bakır gibi pro-oksidatif bileşenleri bünyesinde

bulundurur ve hem proteinler, geçiş metalleri gibi pro-oksidadanlar parçalanmış olan çeşitli hücreler organellerden serbest bırakılabilir ve dağılır. Kıyım işlemi, balık etinin yüzey alanının genişleyerek hücre yapısının bozulmasına, doku yağlarının atmosferik oksijene maruz kalmasına ve kıyım esnasında ısının yükselmesinden dolayı, balık dokusunun kararsız hale gelerek oksidasyonu tetiklemesine ve bu nedenle de, filetoya kıyasla mikrobiyal ve kimyasal bozulmalara karşı daha fazla hassas olmasına neden olmaktadır. Lipid hidroperoksitleri, pro-oksidadif geçiş ve metal iyonları arasındaki etkileşim lipid oksidasyonunu teşvik ederek, aşırı serbest radikal oluşumuna neden olur (Lee, 2011, Liu vd., 2014). Aynı zamanda balık kasında mevcut olan ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu başlatan lipoksigenazın, prooksidan ve hemoglobinin serbest kalmasına neden olarak ransitiden sorumlu olan uçucu bileşenlerin oluşumunun hızlanmasına neden olduğu bilinmektedir (Undeland, 1998, Medina, vd., 1999; Saeed ve Howell, 2001). Bu sebeple kıyım işlemi düşük sıcaklıklarda ve mümkün olan en erken dönemde ve kısa sürede gerçekleştirilmeli ve kıyım işleminden hemen sonra derhal tür bazında gerekli antioksidan ve kriyoprotektanların ilave edilerek, dondurarak muhafazaya alınması önem arz etmektedir.

#### **Dondurma ve dondurarak depolama esnasında proteinlerde meydana gelen değişimler**

Dondurma ve dondurarak depolama balık kasında, miyofibriler proteinlerin denatürasyonu ve agregasyonu dahil olmak üzere bir dizi kalite değişimlerine yol açar. Kas proteinlerindeki ciddi değişiklikler nedeniyle, kasın tekstürü değişime uğrar ve bu değişimler, denatürasyon-agregasyon olarak adlandırılır (Dyer, 1951; Sikorski vd., 1976; Sikorski, 1978, Matsumoto, 1979; Shenouda, 1980; Jiang ve Lee, 1985, Jiang, (1987)'de alıntıldığı gibi). Bu süreçte balık proteinlerinin değişimi genellikle proteinlerin kısmi dehidrasyonu, donmamış fazda tuz konsantrasyonunda bir artış ve lipidlerin, serbest yağ asitlerinin ve/veya lipid oksidasyon ürünlerinin proteinlerle etkileşimi ve trimetilamin oksitdimetilazın (TMAO-az) etkisi ile ilişkilidir (Benjakul ve Visessanguan, 2011). Proteinlerin, serbest radikal saldırıları için ana hedef olduğu bilinmektedir (Davies, 2005). Fe (II) veya Cu (I) ve oksijen gibi geçiş metallerinin varlığı, çok çeşitli metal katalizli oksidasyon sistemleri, proteinlerin amino asit kalıntılarını oksitleyebilmektedir. Değişimlerin bir çoğu miyosin-aktomyosin sisteminde meydana gelmektedir (Sikorski vd., 1976). Uzun süreli donmuş depolamada proteinler özellikle de miyozin, oksidasyona ve denatürasyona oldukça meyillidir (Medina ve Pazos, 2010). Buz kristallerinin oluşumu, suyun osmatik olarak uzaklaşması ve hidrofobik etkileşimler, balık proteininin donma kaynaklı denatürasyonunun başlıca nedenleri olarak kabul edilir. Balık kasında en fazla miktarda bulunan protein miyofibriler proteindir ve toplam proteinin yaklaşık % 65-75 ini oluşturur. Dondurarak depolama esnasında, balık kasındaki miyofibriler proteinler, yüksek moleküler ağırlıklı polimerler halinde toplanmaktadır (Jiang vd.,

1987). -18°C' de uzun süreli depolanan balık etinin sertlik, kuruluk, sıklık ve çignenebilirlik değerlerinde belirli bir artış görülmektedir. Özellikle miyosin ağırlıklı olmak üzere miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünde azalmaya, kas liflerinin ATP kaynaklı kasılmalarının kaybolmasına, miyosin ATP-az aktivitesinin düşmesine neden olmaktadır (Benjakul ve Visessanguan, 2011).

Suyun çoğunluğu miyofibriler filamentler arasındaki boşluklarda bulunurlar ve miyofibriler proteinler su tutma kapasitesi gibi fonksiyonel özellikler açısından çok büyük öneme sahiptir. Bazı biyokimyasal özellikler ve pH, iyonik kuvvet, kasın kasılma derecesi gibi biyofiziksel faktörler etin su tutma kapasitesine etki ederler (Bertram vd., 2007). Dondurarak depolama esnasında gelişen tekstürel sertlik, buz kristallerinin oluşumunun kas dokusuna zarar vermesi gibi gelişen çeşitli mekanizmalar, doku yapısının bozulması, etin su tutma kapasitesini, lezzet ve tekstürel değişimlerini hızlandırmaktadır (Yoon vd., 1991). Taze materyalin ve kıymanın uzun süre buzda veya dondurularak depolanması sonucunda meydana gelen protein oksidasyonu, miyosin denatürasyonuna, miyofibriler proteinlerin çapraz bağlanmalarına ve agregasyonuna neden olarak, protein çözünürlüğü, jel oluşturma kabiliyeti, emülsiyon oluşturma ve su bağlama kapasitesi, su tutma kapasitesi, pişirme ve damlama kaybı, viskozite, tekstürel özellikler gibi fonksiyonel özelliklerini kaybetmelerine ve özellikle de duyuusal ve besinsel özelliklerde arzu edilmeyen bazı kalite değişimlere neden olurlar.

#### **Dondurarak depolanan balık kıymasının lipid ve proteinlerindeki kalite değişimlerinin antioksidatif/kriyoprotektif özellikteki maddeler ile kontrol altına alınması**

Dondurarak depolama esnasında su ürünlerinde, özellikle balık kıymasında meydana gelen lipid oksidasyonu ve protein denatürasyonunu geciktirmek ve/veya engellemek amaçlı antioksidanlar ve kriyoprotektanların kullanımı, arzu edilmeyen bu kalite değişimlerini minimize edebilmektedir (Lee ve Lian, 2001; Nikoo vd., 2015).

Kriyoprotektanlar, dondurarak depolamada ürünün tekstüründe, tadında, aromasında ve renginde oluşabilecek kalite kayıplarını engellemek ve raf ömrünü artırmak amacıyla dondurma aşamasından önce gıdalara katılan; hücreler donma hasarını engelleyerek miyofibriler proteinlerin denatürasyonunu ve agregasyonunu minimize eden katkı maddeleridir. (MacDonald vd., 1996; Mathew ve Prakash, 2007; Walayat vd., 2022). Kriyoprotektanlar, suyun yüzey gerilimini ve aynı zamanda bağlı suyu artırarak proteinleri, donma kaynaklı denatürasyona karşı koryucu etki göstermektedir. Bu sayede kriyoprotektanlar su moleküllerinin, proteinlerden çekilmesini geciktirerek, proteinleri stabilize ederler. Dondurma ve dondurarak depolamada suyun göçü, su-protein ve protein-protein kompleksinde, hidrojen bağlarının dağılımıyla ilişkilidir. Kriyoprotektanlar proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak, miyofibriler proteinleri stabilize etmekte ve tekstürel kalite kaybına neden olan çapraz bağlanmaları

önleyerek, proteinlerin fonksiyonel ve yapısal özelliklerini korumalarına yardımcı olmaktadır. Çapraz bağlanmadan sorumlu olan  $Ca^{2+}$  iyonlarını şelatlayarak uzaklaşmasını sağlamakta ve tekstürel sertliği minimize etmektedirler. Aktin ve miyozin kompleksinden miyozini serbest bırakarak su bağlamaya yardımcı olmaktadır. Stabilize edici etki, kriyoprotektanların, proteinin molekülü içindeki hidrofobik etkileşimleri güçlendirme etkisinden de kaynaklanmaktadır (Benjakul ve Visessanguan, 2011). Böylelikle, her bir protein molekülü hidratlı kriyoprotektan molekülü ile kaplanır ve bu sayede proteinlerin hidrasyonu artarken, agregasyonu azalır (Mathew ve Prakash, 2007).

Gıda endüstrisinde, miyofibriler proteinlerde donma kaynaklı meydana gelen denatürasyonu engellemek amaçlı ticari düzeyde farklı oranlarda kullanılan birçok kimyasal, (amino asitler, şekerler, sorbitol, metil amonyum bileşenleri gibi şeker alkoller, polidekstroz, laktitol, maltodekstrin, litesse, sodium laktat, trehaloz, antifiriz proteinler, fosfatlar ve türevleri) kriyoprotektan olarak kullanılmaktadır. (Nielsen ve Pigott, 1994; Walayat vd., 2022). Bu antifiriz ajanlar, dondurarak depolamada, pH'yı ayarlama (artırmak), iyonik kuvveti artırma, Ca ve Mg iyonlarını şelatlama ve miyosin ve aktinin ayrılmalarını sağlama gibi işlev görerek, vizkoziteyi düşürmekte, suyun tutulmasını artırmakta ve proteinin stabilizasyonunu sağlamaktadırlar (Okazaki ve Kimura, 2014).

Kriyoprotektanların seçimi, kullanıldıkları gıdadaki etkinliklerine, ekonomik olmalarına ve maylardaki reaksiyonuna neden olma eğilimlerinin düşük oluşlarına göre seçilmektedirler. Kriyoprotektanların, koruyucu etkisi, dondurarak depolama periyotlarından, veya bir kaç kez dondurma-çözündürme siklusundan sonra,  $Ca^{2+}$ -ATP-az aktivitesi, yüzey hidrofobikliği, sülfidril ve disülfid bağ içeriği, su tutma kapasitesi, ifade edilebilir nem, tuzda çözünebilir protein içeriği, jel kuvveti, tekstür ve donmamış su içeriği gibi denatürasyon indekslerine göre değerlendirilir (Nikoo vd., 2016, Jenkelunas ve Li-Chan, 2018).

Arzu edilmeyen tekstür değişimlerini ve dondurma-çözündürme kayıplarını minimize etmek amaçlı, yıkanmamış balık kıymasının, doğal kriyoprotektif maddelerle kriyostabilize edilmesi (soğuk şokuna karşı koruyucu etki sağlaması), yeniden formüle edilmiş kıyma temelli ürünlerin geliştirilmesi açısından potansiyel bir avantajdır (Lee, 2011).

Günümüzde hala daha miyofibriler proteinlerin stabilize edilmeleri amaçlı alternatif kriyoprotektanlar ve karışımlarının kriyostabilize edici özelliklerinin tespit edilmesine karşı yoğun bir ilgi mevcuttur (Walayat vd., 2022). Dondurulan deniz ürünlerinin kalitelerinin korunmasında sakaroz ve sorbitol, ticari olarak kullanılan en yaygın kriyoprotektanlardandır, ancak tatlı olmalarından dolayı, tüketiciler tarafından tercih edilmediği için, tatlılığı azaltacak doğal kriyoprotektanların kullanımına olan ilgi giderek artmaktadır (Cheung vd., 2009, Nikoo ve Benjakul, (2015)'de alıntılı olduğu gibi).

Karbonhidratlar, proteinler ve peptitler, gıda hidrokolloidleri olup, kriyoprotektan olarak bir çok işlenmiş gıdanın fonksiyonel ve yapısal kararlılıklarında önemli role sahiptir. Protein karbonhidrat etkileşimleri, işlenmiş balık eti gibi içeriklerin ana maddesinin protein olduğu durumlarda fonksiyonel özellikleri geliştirebilmektedir. Nişastalar; tekstürel özelliklerin geliştirilmesinde ve dayanıklılığın artırılmasında, gamlar; tekstürel ve mekaniksel özelliklerin geliştirilmesinde, yüksek hidrofilik özellikteki konjak glukomannan (KGM) jelleşme, tekstürel özellikleri geliştirme, yüksek su absorblama, buz kristallerinin oluşumunu engelleme, proteinleri dondurarak depolamada denatürasyon/agregasyona karşı korumada (Zhang vd., 2016) karragenan, tekstürel özellikleri ve dayanıklılığı geliştirmekte, lifler de, jelleşme, tekstürel ve mekaniksel özelliklerin geliştirilmesinde kriyoprotektan olarak kullanılmaktadırlar (Sánchez-Alonso vd., 2007; Cardoso vd., 2007; Walayat vd., (2022)'de alıntılı olduğu gibi).

Şeker temelli kriyoprotektanlara olası bir alternatif, ekonomik olmayan türlerden ve işleme yan ürünlerinden elde edilen proteinlerdir (Jenkelunas ve Li-Chan, 2018). Balık kıyması, surimi gibi farklı gıda sistemlerinde, su ürünlerinden elde edilen peptitlerin, donma kaynaklı kas proteinlerde meydana gelen denatürasyonu, ticari kriyoprotektanlara kıyasla etkin bir şekilde engelleyerek, kriyoprotektif etki gösterdikleri bildirilmektedir. Örneğin denizel kaynaklı jelatin ve protein hidrolizatlarının, deniz ürünlerinin dondurarak depolanmaları sürecinde ve dondurma-çözündürme esnasında doğal aktomiyosin proteinlerinde (Korzeniowska vd., 2013) ve surimide (Khan vd., 2003; Kittiphattanabawon, vd., 2012; Limpisophon vd., 2015), aynı zamanda balık kıymasında (Cheung vd., 2009; Mueller ve Liceaga, 2016; Nikoo vd., 2015, Jenkelunas and Li-Chan, (2018)'de alıntılı olduğu gibi) meydana gelen kalite kayıplarını, ticari kriyoprotektanlara kıyasla etkin bir şekilde minimize ederek, kriyoprotektif etki gösterdikleri bildirilmektedir. Yüksek orandaki hidrofilik amino asit açısından zengin olan protein hidrolizatındaki peptitlerin, suyu bağlayabildiği ve buz formuna dönüşecek olan suyun göçünü azaltma etkisi gösterdiğini bildirmektedir (Harnedy ve FitzGerald, 2012; Kim ve Wijesekara, 2010; Samaranyaka ve Li-Chan, 2011, Karnjanapratum ve Benjakul, 2015, Nikoo ve Benjakul, (2015)'de alıntılı olduğu gibi). Bu sayede dondurarak depolamada, proteinlerin yapısal stabilizasyonu sağlanmaktadır.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, gıda proteinlerinin hidrolizinden elde edilen peptitlerin, kriyoprotektif özelliklerinin yanında aynı zamanda, sentetik fenollere alternatif olarak iyi bir antioksidan kaynağı (Aluko, 2015; Kim ve Wijesekara, 2010; Olsen vd., 2014; Pangestuti ve Kim, 2013; Shahidi ve Ambigaipalan, 2015; Harnedy ve FitzGerald, 2012; Mills, Stanton vd., 2011, Nikoo ve Benjakul, (2015)'de alıntılı olduğu gibi) olduğunu da göstermektedir. Bu nedenle deniz ürünlerinden elde edilen peptitlerin, ticari antioksidan ve kriyoprotektanlara alternatif, iki işlevi aynı anda gerçekleştiren doğal, güvenli

katkı maddeleri olarak, gıda sistemlerinin kalitesinin korunmasında kullanılabileceği bildirilmektedir.

Su bağlama özelliğine sahip denizel kaynaklı olmayan proteinler de doğal kriyoprotektan/antioksidan özellikte olup, dondurarak depolama esnasında su ürünlerini oksidasyona ve denatürasyona karşı koruyucu etki göstermektedirler. Süt protein konsantresi, soya protein konsantresi gibi balık kası içermeyen suda çözülebilir proteinlerin balık kıymasına ilavesi, dondurarak depolama esnasında adeta suda çözünen sarkoplazmik proteinler gibi davranarak, tekstürel sertliğe karşı koruyucu etki sağlamaktadır (Yoon vd., 1991). Süt protein konsantresi (SPK), arzu edilen lezzet gelişimini, balıksı kokunun maskelenmesini ve tekstürel gelişimi sağlayan doğal antioksidan özelliğe sahip bir kriyoprotektandır. Dondurulmuş balık kıymasının fonksiyonel özellikleri, kriyoprotektan özelliğe sahip süt protein konsantresininin (SPK) derhal kıymaya ilave işlemi ile geliştirilebilmekte ve balık kas proteinlerinin denatürasyonunun kontrol altına alınabilmesi mümkün olabilmektedir. Balık kıymasına ilave edilen süt protein konsantresi buz kristallerinin oluşumuna neden olan serbest suyun miktarını azaltarak, homojen ve eşit düzeyde buz kristallerinin oluşumuna izin vermekte ve miyofibrillerin arasında sarkoplazmik boşlukları doldurarak, miyofibriller arasındaki çapraz bağlanmaların yoğunluğunu engellemektedir. Bu sayede, balık kıymasının dondurarak depolanması esnasında, etteki su tutma kapasitesinin artırılması ve tekstürel sertliğin önlenmesi sağlanabilmektedir (Lee, 2011; Yoon vd., 1991).

### Tartışma ve Sonuç

Su ürünleri sektöründe işleme teknolojilerinden arta kalan yan ürünler, yeterince değerlendirilemeyen ekonomik değeri olmayan ıskarta türler, aynı zamanda aşırı avcılık günümüzün en büyük sorunlarından biridir. Bu mevcut kaynakların en etkin bir şekilde değerlendirilebilmesinde, işleme teknolojisi büyük bir fırsat sunmaktadır. Bu sebeple tür bazında elde edilen kıymaların fiziksel/duyusal özelliklerinin ve dondurarak depolama dayanıklılıklarının incelenerek, uygun formülasyon stratejilerinin geliştirilmesi, yeni kıyma temelli ürünlerin endüstriye kazandırılması açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, su ürünlerinden veya diğer gıda kaynaklarından üretilen, farklı işlevselliklere ve biyoaktivitelere sahip alternatif doğal kriyoprotektan ve antioksidan maddelerin araştırılmasına ve bunların gıdada kullanımlarının incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

### Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul onayına gerek yoktur.

### Kaynaklar

Aluko, R. (2015). Amino acids, peptides, and proteins as antioxidants for food preservation. In F. Shahidi (Ed.), *Handbook of antioxidants for food preservation* (pp. 105–140). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

- Andersen, C. M., & Jørgensen, B. (2004). On the relation between water pools and water holding capacity in cod muscle. *Journal of Aquatic Food Products Technology*, 13, 13–23. doi: 10.1300/J030v13n01\_03
- Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2011). Impacts of freezing and frozen storage on quality changes of seafoods. In Sakamon Devahastin (Ed.), *Physicochemical Aspects Of Food Engineering And Processing* (pp. 283–306). CRC Press. Woodhead Publishing Limited.
- Bertram, H. C., Kristensen, M., Stdal, H., Baron, C.P., Young, J.F., & Andersen, H.J. (2007). Does oxidation affect the water functionality of myofibrillar proteins? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 2342–2348. doi:10.1021/jf0625353
- Cardoso, C., Mendes, R., & Nunes, M. L. (2007). Effect of Transglutaminase and Carrageenan on Restructured Fish Products Containing Dietary Fibres. *International Journal of Food Science and Technology*, 2007, 42, 1257–1264. doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01231.x
- Cheung, I. W. Y., Liceaga, A. M., & Li-Chan, E. C. Y. (2009). Pacific hake (*Merluccius productus*) hydrolysates as cryoprotective agents in frozen pacific cod fillet mince. *Journal of Food Science*, 74, C588–C594. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01307.x
- Cheung, I. W. Y., Liceaga, A. M., & Li-Chan, E. C. Y. (2009). Pacific hake (*Merluccius productus*) hydrolysates as cryoprotective agents in frozen Pacific cod fillet mince. *Journal of Food Science*, 74, 588–594. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01307.x
- Davies, M.J. (2005). The oxidative environment and protein damage. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1703, 93– 109. doi:10.1016/j.bbapap.2004.08.007
- Dyer, W. J. (1951). Protein denaturation in frozen and stored fish. *Journal of Food Science*, 16, 522. doi:10.1111/j.1365-2621.1951.tb17416.x
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. fao.org/3/cc0461en/cc0461enpdf.
- Harnedy, P. A., & Fitz Gerald, R. J. (2012). Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. *Journal of Functional Foods*, 4, 6–24. doi:10.1016/j.jff.2011.09.001
- Undeland, I., Ekstrand, B. & Lingnert, H. (1998). Lipid oxidation in minced herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. Effect of washing and precooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2319–2328. doi:10.1021/jf9707795
- Jenkelunas, P.J., & Li-Chan, E.C.Y. (2018). Production and assessment of Pacific hake (*Merluccius productus*) hydrolysates as cryoprotectants for frozen fish mince.

- Food Chemistry*, 239, 535–543.  
doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.148
- Jiang, S. T., & Lee, T. C. J. (1985). Changes in free amino acids and protein denaturation of fish muscle during frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33 (5), 839–844.  
doi: 10.1021/jf00065a018
- Jiang, S.T., Tsao, C.Y. & Lee, T.C. (1987). Effect of Free Amino Acids on the Denaturation of Mackerel Myofibrillar Proteins in Vitro during Frozen Storage at -20 °C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 28–33. doi: 10.1021/jf00073a007
- Karnjanapratum, S., & Benjakul, S. (2015). Cryoprotective and antioxidative effects of gelatin hydrolysate from unicorn leatherjacket skin. *International Journal Of Refrigeration*, 4 9, 6 9 -7 8. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2014.09.016
- Khan, M. A. A., Hossain, M. A., Hara, K., Osatomi, K., Ishihara, T., & Nozaki, Y. (2003). Effect of enzymatic fish-scrap protein hydrolysate on gel-forming ability and denaturation of lizard fish *Saurida wanieso* surimi during frozen storage. *Fisheries Science*, 69, 1271–1280. doi:10.1111/j.0919-9268.2003.00755.x
- Kim, S., & Wijesekara, I. (2010). Development and biological activities of marine derived bioactive peptides: A review. *Journal of Functional Foods*, 2, 1–9. doi: 10.1016/j.jff.2010.01.003
- Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessaguan, W., & Shahidi, F. (2012). Cryoprotective effect of gelatin hydrolysate from blacktip shark skin on surimi subjected to different freeze-thaw cycles. *LWT-Food Science and Technology*, 47, 437–442.  
doi: 10.1016/j.lwt.2012.02.003
- Korzeniowska, M., Cheung, I. W. Y., & Li-Chan, E. C. Y. (2013). Effects of fish protein hydrolysate and freeze-thaw treatment on physicochemical and gel properties of natural actomyosin from Pacific cod. *Food Chemistry*, 138, 1967–1975.  
doi:10.1016/j.foodchem.2012.09.150
- Lee, C.M. & Lian, P. (2001). Application of a surimi-fish mince blend in fish cake and kamaboko products. Paper given at International Symposium on More Efficient Utilization of Fish and Fisheries Products, Kyoto, Japan, 7-10 October 2001
- Lee, C. M. (2011). Fish mince: Cryostabilization and product formulation. In: Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications. Alasalvar, C., Shahidi, F., Miyashita, K., and Wanasundara, U. (Eds.). Oxford, United Kingdom: Wiley-Blackwell. pp. 156–170.
- Li, S. J., & King, A. J. (1999). Structural changes of rabbit myosin subfragment 1 altered by malonaldehyde, a byproduct of lipid oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3124–3129.  
doi: 10.1021/jf990028y
- Lian, P., Lee, C.M, & Hufnagel, L. (2000). Physicochemical properties of frozen red hake (*Urophycis chuss*) mince as affected by cryoprotective ingredients. *Journal of Food Science*, 65, 1117–1123.  
doi: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb10249.x
- Limpisophon, K., Iguchi, H., Tanaka, M., Suzuki, T., Okazaki, E., & Saito, T. (2015). Cryoprotective effect of gelatin hydrolysate from shark skin on denaturation of frozen surimi compared with that from bovine skin. *Fisheries Science*, 81, 383–392.  
doi: 10.1007/s12562-014-0844-5
- Liu, Q., Chan, Q., Kong, B., Han, J., & He, X. (2014). The influence of superchilling and cryoprotectants on protein oxidation and structural changes in the myofibrillar proteins of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, (57) 2, 603–611.  
doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.023
- Martínez-Alvarez O., Chamorro S., Brenes A. (2015). Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. *Food Research International*, 2015;73:204–212.  
doi: 10.1016/j.foodres.2015.04.005.
- Mathew, S., & Prakash, V. (2007). Changes in Structural and Functional Attributes of Fish Mince Proteins in Presence of Cosolvent During Frozen Storage. *International Journal of Food Properties*, 10, 47–59.  
doi: 10.1080/10942910600684252
- Matsumoto, J. J. (1979). In *Proteins at Low Temperature*; Fennema, O., Ed.; ACS Symposium Series 180; American Chemical Society: Washington, DC, 205–224.
- Medina, I., Saeed, S. & Howell, N. (1999). Enzymatic oxidative activity in sardine (*Sardina pilchardus*) and herring (*Clupea harengus*) during chilling and correlation with quality. *European Food Research Technology*, 210, 34–38. doi:10.1007/s002170050528
- Medina, I., & Pazos, M. (2010). Oxidation and protection of fish. In E. Decker, R. Elias, & D. J. McClements (Eds.), *Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications* (pp. 91–120). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Mills, S., Stanton, C., Hill, C., & Ross, R. P. (2011). New developments and applications of bacteriocins and peptides in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2, 299–329.  
doi:10.1146/annurev-food-022510-133721
- Mueller, J. P., & Liceaga, A. M. (2016). Characterization and cryoprotection of invasive silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) protein hydrolysates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25, 131–143. doi:10.1080/10498850.2013.832452
- Nielsen, R., & PIGOTT, G. (1994). Gel Strength Increased in Low-Grade Heat-Set Surimi with Blended

- Phosphates. *Journal of Food Science.*, 59, 246–250. doi:10.1111/j.1365-2621.1994.tb06940.x
- Nikoo, M., Benjakul, S., Ehsani, A., Li, J., Wu, F., YanG, N., Xu, B., Jin, Z., Xu, X. (2014). Antioxidant and cryoprotective effects of a tetrapeptide isolated from Amur sturgeon skin gelatin. *Journal of Functional Foods* (7), 609-620. doi:10.1016/j.jff.2013.12.024.
- Nikoo, M., Benjakul, S., & Xu, X. (2015). Antioxidant and cryoprotective effects of Amur sturgeon skin gelatin hydrolysate in unwashed fish mince. *Food Chemistry*, 181, 295-303. doi:10.1016/j.foodchem.2015.02.095
- Nikoo, M., Benjakul, S., Xu, X. (2015). Antioxidant and cryoprotective effects of Amur sturgeon skin gelatin hydrolysate in unwashed fish mince. *Food Chemistry*, 181, 295–30. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.02.095
- Nikoo, M., & Benjakul, S. (2015). Potential application of seafood-derived peptides as bifunctional ingredients, antioxidant-cryoprotectant: A review. *Journal of Functional Foods*, 19, 753–764. doi:10.1016/j.jff.2015.10.014
- Nikoo, M., Benjakul, S., & Rahmanifarah, K. (2016). Hydrolysates from marine sources as cryoprotective substances in seafoods and seafood products. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 40-51. doi:10.1016/j.tifs.2016.09.001
- Olsen, R. L., Toppe, J., & Karunasagar, I. (2014). Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. *Trends in Food Science & Technology*, 36, 144–151. doi:10.1016/j.tifs.2014.01.007
- Okazaki, E., & Kimura, I. (2014). Frozen surimi and surimi-based products. In I. S. Boziaris (Ed.), *Seafood processing: Technology, quality and safety* (pp. 209–235). West Sussex: JohnWiley & Sons, Ltd.
- Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2013). Marine bioactive peptide sources: Critical points and the potential for new therapeutics. In S.-K. Kim (Ed.), *Marine proteins and peptides: Biological activities and applications* (pp. 533–544). West Sussex: JohnWiley & Sons, Ltd.
- Saeed, S., & Howell, N.K. (2001). 12-Lipoxygenase activity in the muscle tissue of Atlantic mackerel (*scomber scombrus*) and its prevention by antioxidants. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 81, 745-750. doi:10.1002/jsfa.878
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Novel functional food ingredients from marine sources. *Current Opinion in Food Science*, 2, 123–129. doi:10.1016/j.cofs.2014.12.009
- Samaranayaka, A. P. G., & Li-Chan, E. C. Y. (2011). Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment and potential applications. *Journal of Functional Foods*, 3, 229–254. doi:10.1016/j.jff.2011.05.006
- Sánchez-Alonso, I., Haji-Maleki, R. & Borderias, A. J. (2007). Wheat Fiber as a Functional Ingredient in Restructured Fish Products. *Food Chemistry*, 100, 1037–1043. doi:10.1016/j.foodchem.2005.09.090
- Shenouda, S. Y. K. (1980). Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances in Food Research.*, 26, 275-311. doi:10.1016/S0065 2628(08)60320-1
- Sikorski, Z.; Olley, J.; Kostuch, S. (1976). Protein changes in frozen fish. CRC. *Critical Review Food Science and Nutrition*, 8, 97. doi:10.1080/10408397609527218
- Sikorski, Z. Int. J. Refrig. (1978). Protein changes in muscle foods due to freezing and frozen storage. *International Journal of Refrigeration*, 1 (3). 173-180. doi:10.1016/0140-7007(78)90094-4
- TÜİK, 2022. Su Ürünleri İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Erişim tarihi: 01.07.2022)
- Suzuki, T. (1981). In *Fish and Krill Proteins, Processing Technology*; Applied Science: London, pp 1-56. doi: 10.1007/978-94-011-6743-7\_1
- Walayat, N., Xiong, H., Xiong, Z., Moreno, H.M., Nawaz, A., Niaz, N., & Randhawa, M.A. (2022). Role of Cryoprotectants in Surimi and Factors Affecting Surimi Gel Properties: a review. *Food Reviews International*, 38 (6), 1103-1122. doi:10.1080/87559129.2020.1768403
- Yoon, K.S., Lee, C.M. & Hufnagel, L.A. (1991). Effect of washing on the texture and microstructure of frozen fish mince. *Journal of Food Science*, 56, 294- 298. doi:10.1111/j.1365-2621.1991.tb05265.x
- Zhang, T., Li, Z., Wang, Y., Xue, Y. & Xue, C. (2016). Effects of Konjac Glucomannan on Heat-induced Changes of Physicochemical and Structural Properties of Surimi Gels. *Food Research International*, 83, 152–161. doi:10.1016/j.foodres.2016.03.007

# COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries

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



## REVIEW

## Lessepsian Fishes of İzmir Bay (Aegean Sea)

Okan Akyol

Faculty of Fisheries, Ege University, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

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

Received: 16.03.2023 / Accepted: 24.04.2023 / Published online: 04.07.2023

### Key words:

Lessepsian fish  
Fisheries  
Invasive  
İzmir Bay  
Aegean Sea

**Abstract:** The number of alien fish species reported from the Turkish coasts has reached 80, while those reported from the Aegean Sea coast is 44. On the other hand, the number of Lessepsian species reported from the İzmir Bay is 15. The Lessepsian fish species reported from the İzmir Bay are *Saurida lessepsianus*, *Lagocephalus sceleratus*, *Siganus rivulatus*, *S. luridus*, *Scomberomorus commerson*, *Bregmaceros nectabanus*, *Champsodon vorax*, *Etrumeus golanii*, *Stephanolepis diaspros*, *Nemipterus randalli*, *Upeneus moluccensis*, *Hemiramphus far*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Acanthopagrus bifasciatus*, *Pterois miles*, respectively. This review discusses the interaction of the Lessepsian species with commercial fishing activities in İzmir Bay.

### Anahtar kelimeler:

Lessepsiyen balıklar  
Balıkçılık  
İstilacı  
İzmir Körfezi  
Ege Denizi

### İzmir Körfezi (Ege Denizi) Lessepsiyen Balıkları

**Öz:** Türkiye kıyılarından bildirilen yabancı balık türü sayısı 80'e ulaşırken, Ege Denizi kıyılarından bildirilen yabancı balık türü sayısı 44'tür. Diğer taraftan, İzmir Körfezi'nden bildirilen Lessepsiyen türü sayısı 15'tir. İzmir Körfezi'nden bildirilen Lessepsiyen balık türleri sırasıyla *Saurida lessepsianus*, *Lagocephalus sceleratus*, *Siganus rivulatus*, *S. luridus*, *Scomberomorus commerson*, *Bregmaceros nectabanus*, *Champsodon vorax*, *Etrumeus golanii*, *Stephanolepis diaspros*, *Nemipterus randalli*, *Upeneus moluccensis*, *Hemiramphus far*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Acanthopagrus bifasciatus*, *Pterois miles*'tir. Bu derleme, Lessepsiyen türlerinin İzmir Körfezi'ndeki ticari balıkçılık faaliyetleri ile etkileşimini tartışmaktadır.

## Giriş

Süveyş Kanalı'nın 1869 yılında açılmasıyla Akdeniz büyük ekolojik değişimlere uğramıştır (Golani, 1998). Akdeniz yabancı tür çeşitliliği açısından oldukça zengin noktalardan biri olarak kabul edilmektedir ve kanalın açılmasından sonra bine yakın yabancı tür (başlıca mollusklar, krustaseler, poliketler, algler ve balıklar), başta Doğu Akdeniz olmak üzere bölgeye yerleşmeye başlamıştır (Galil, 2000; Çınar ve Bilecenoğlu, 2015). Bunun yanı sıra Temmuz 2015'te Süveyş Kanalı'na yeni bir kanalın inşasıyla kanal büyük ölçüde genişletilmiş ve bu genişleme sonucu daha fazla Lessepsiyen türün girişine olanak sağlamıştır (Galil vd., 2015). Kızıldeniz yoluyla Süveyş Kanalı'ndan Akdeniz'e doğru olan bu harekete kanalın mühendisi olan Ferdinand de Lesseps'e ithafen 'Lessepsiyen göç' bunu gerçekleştiren türlere de 'Lessepsiyen tür' adı verilmektedir (Por, 1978).

Egzotik türlerin ilk kolonizasyon alanlarından biri ve önemlisi coğrafik konumu nedeniyle Türkiye kıyılarıdır. Çınar vd. (2021) tarafından 2020 yılı itibarıyla kıyılarımızda toplam 539 yabancı tür listelenmiştir. Yine

Çınar vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen son kontrol listesinde, Türkiye kıyıları boyunca dağılmış yerli olmayan balık türlerinin sayısının 80'e ulaştığı rapor edilmiştir.

Günümüzde küresel ısınmanın da etkisiyle egzotik yabancı türler kuzey enlemlerine doğru da gittikçe yayılmaya başlamıştır. Bilinen 80 yabancı balık türünün en az 73'ü Akdeniz kıyılarımızda dağılım gösterirken, 44 yabancı balık türü Ege Denizi'nden kaydedilmiş, 6 balık türü Marmara ve 3 balık türü ise Karadeniz'de dağılım göstermeye başlamıştır (Çınar vd., 2021). Bunların yayılım hızları da görece olarak oldukça yüksektir. Örneğin, Indo-Pasifik orijinli balon balığı *Lagocephalus sceleratus*'un Akdeniz'de ilk kaydı 2003 yılında Gökova Körfezi'nden verilmişken (Akyol vd., 2005), bu tür hemen sonra 2006 yılında İzmir Körfezi'nde (Bilecenoğlu vd., 2006), 2008 yılında ise Marmara Denizi'nde görülmeye başlanmıştır (İrmak ve Altınağaç, 2015). Balık son olarak 2017 yılında Sinop kıyılarından kaydedilmiştir (Bilecenoğlu ve Öztürk, 2018).

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

Yabancı ve istilacı türlerin denizlerimizdeki dağılımları, popülasyon yoğunlukları, balıkçılıkla ve diğer türlerle etkileşimleri tam olarak bilinmemektedir. Ancak günümüzde bu yabancı ve yayılımcı türlerin potansiyel fayda ve zararları üzerine gerek akademik çevrelerin gerekse balıkçılık idaresinin ilgisi artmaya başlamıştır. Bazı Lesepsiyen balıklar (örneğin, ceylan balığı, paşa barbunu, sokar balıkları, vb.) ekonomik değer arz ederken, bazıları (balon balıkları, aslan balıkları, vb.) ciddi problemler ortaya çıkarabilmektedir. İstilacı türlerin sosyal, ekonomik ve hatta insan sağlığı açısından hayati önemi nedeniyle pek çok ülke bu türlerin alımı-satımı ve tüketimi hususunda yasal düzenlemelere gitmektedir. Türkiye de 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğde (Madde 17-4) balon balıklarının avlanması, satılması ve tüketilmesi yasaklanmıştır (Anonim, 2016). Daha sonra balon balığının avcılığı izne bağlı olarak imha amaçlı serbest bırakılmıştır (Tebliğ No: 2020/9). Yine son yıllarda Türkiye'nin Akdeniz kıyılarından giriş yapan, hızla batıya ve Ege Denizi'ne doğru nüfuzunu arttıran aslan balıklarının (*Pterois miles*) oldukça zehirli olduğu bilinmektedir. Bu tür denizlerimiz için endişe veren bir tür olarak yakın izlemeye alınmıştır.

Çoker vd. (2010) İzmir Körfezi balık tür çeşitliliğini 1969-2009 yılları arasında kırk yıllık doküman taramalarıyla toplam 226 tür olarak tespit etmişlerdir. Akyol vd. (2011) ise yine bu kırk yıllık dönemde İzmir İli kıyılarında nadir bulunan kıkırdaklı ve kemikli balık türlerinin sayısını 76 olarak bildirmişlerdir. 2011'lere kadar körfezden dört Lesepsiyen balık türü (*Saurida lessepsianus*, *Lagocephalus sceleratus*, *Siganus luridus* ve *S. rivulatus*) bildirilirken (Çoker ve Akyol, 2011), hemen bir sonraki yıl listeye ceylan balığı da (*Scomberomorus commerson*) eklenmiştir (Metin ve Akyol, 2012). Aradan geçen on yıl içerisinde körfeze yeni girişler devam etmiş ve yıldan yıla tür sayısı daha da artmıştır.

Bu çalışmanın amacı, balıkçılık ve ekosistem açısından önemli bir bölge olan İzmir Körfezi'nde tespit edilmiş Lesepsiyen balıkların bir listesini oluşturmak ve tarihsel bir değerlendirmesini yapmak; ayrıca balıkçılıkla olan potansiyel etkileşimini değerlendirmektir.

## Yöntem

İzmir Körfezi'nde balık ve balıkçılık üzerine bugüne kadar yürütülen tüm çalışmalar derlenmiş ve Lesepsiyen balıklar kronolojik olarak listelenmiştir. Çalışmada sadece körfez sınırları içerisinde girmiş balıklar temel alınmış olup, İzmir kıyılarından çıkan türler listeye dâhil edilmemiştir. Örneğin, bir Lesepsiyen balon balığı türü olan *Lagocephalus guentheri* İzmir Körfezi'nin hemen kuzeyinde yer alan Çandarlı Körfezi'nden kaydedilmesine (Akyol ve Aydın, 2016) rağmen, körfezin dışında olduğu için listeye alınmamıştır. Çalışmada, Urla Su Ürünleri Kooperatifi üyesi bazı balıkçılarla görüşülerek, listedeki balıkların resimleri üzerinden bu balıkların güncel durumu hakkında bilgiler ve teyit alınmıştır. Bilimsel isimlendirmelerde ve türlerin dağılımlarının

belirlenmesinde FishBase (Froese ve Pauly, 2023) temel alınmıştır.

## Bulgular

Günümüze kadar İzmir Körfezi içerisine girmiş 15 Lesepsiyen balık saptanmış olup, bunlar körfeze giriş sırasıyla aşağıda listelenmiştir:

### *Saurida lessepsianus* Russell, Golani & Tikochinski, 2015

Bu tür (Şekil 1A) İzmir Körfezi'ne yerleşmiş en eski Lesepsiyen balıklardandır. Türün ilk kaydı bölge için Ben-Tuvia (1972) tarafından verilmiş olup, 1996 yılından itibaren körfezde bollaşma sürecine girmiştir (Çoker ve Akyol, 2011). Bu tür 'lokum balığı' adıyla özellikle Gökova Körfezi'nde sıkça pazarlanmakta, İzmir Körfezi balık mezadında ise aynı isimle ancak az miktarda pazarlanabilmektedir. Körfezde bu türü hedefleyen balıkçı henüz yoktur, özellikle Mordoğan- Karaburun arasında uzatma ağlarından hedef dışı tür olarak çıkmaktadır.

### *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789)

Bu balon balığı türü (Şekil 1B) Akdeniz'de ilk kez 2003 yılında Gökova Körfezi'nde Akyol vd. (2005) tarafından kaydedilmiştir. Bir süre sonra 21.04.2006 tarihinde bir birey (498 mm TL) İzmir Körfezi Hekim Adası'nın güneybatısından (Koord.: 38°26'N-26°45'E) 10 m derinlikte zıpkınla elde edilmiştir (Bilecenoğlu vd., 2006). Sonraki yıllarda körfezden birkaç adet daha yakalansa da körfezde uzun süredir görülmemiştir. Son olarak, Kasım 2021'de Urla Eşek Adası'nın kuzeyinde oltayla genç bir birey daha yakalanmıştır (E. Akgün, kişisel görüşme). Özellikle karaciğer, ovaryum ve derisinde bulunan tetrodotoksin (TTX) nedeniyle kas felci, solunum ve dolaşım yetmezliğine bağlı ölümlere yol açabileceği için tüketimi yasaklanmıştır. Balıkçılar türün insan sağlığı açısından tehlikelerini farkındadır.

### *Siganus rivulatus* Forsskål, 1775

Bu türden (Şekil 1C) körfez için ilk bahis Geldiay (1969)'a aittir. Ancak bu türün o yıllardan itibaren körfezde bulunduğu dair eski balıkçılardan teyit alınmamıştır. Türün ilk resmi kaydı 14.04.2010 tarihinde fanyalı bir ağla Urla kıyılarından (Koord.: 38°22'N-26°46'E) 3 m derinlikten yakalanan bir birey (179 mm TL) olarak verilmiştir (Gurbet ve Kara, 2013). Sonraki aylarda Urla su ürünleri kooperatifinin balık mezadında karışık balık sepetlerinde tek tük satışı yapılırken gözlemlenmiştir (Kişisel gözlem). 'Beyaz sokkan' adıyla anılan oldukça talep gören bu türün Ege Denizi'nde özellikle Gökova Körfezi'nde ticari avcılığı yaygın olarak yapılmaktadır.

### *Siganus luridus* (Rüppell, 1829)

Bölge için bu türden (Şekil 1D) de ilk bahis Ben-Tuvia (1972)'ya aittir. Ancak bu türün o yıllardan varlığı şüphelidir ve bölgenin eski balıkçıları tarafından teyit edilmemiştir. 'Siyah sokkan' adıyla bilinen bu türün körfezde ilk resmi kaydı 12.05.2010 tarihinde Urla kıyılarından yapılmış olup (Kara ve Akyol, 2011), körfezden 17 bireylik (187-255 mm TL aralığında) bir sürü



halinde tesadüfen fanyalı ağlarla 8 m derinlikten yakalanmıştır. Sonraki yıllarda 02.10.2013 tarihinde bir birey (197 mm TL) daha Urla kıyılarında (Koord.: 38°30'14"N-26°47'00"E) ticari bir fanyalı uzatma ağıyla yakalanmıştır (Akyol ve Aydın, 2016). Gökova Körfezi ve aşağısındaki koy ve körfezlerde avcılığı yaygın olarak yapılmaktadır.

#### *Scomberomorus commerson* Lacepede, 1800

'Ceylan balığı, dişli palamut, tombak' gibi isimlerle anılan bu türün (Şekil 1E) körfezde iki bireyinin geçtiğimiz yıllarda (2010 yılı) kum denizi mevkiinden (Karantina Adası'nın doğusu) yakalandığı balıkçılar tarafından bildirilmiştir (C. Güven, kişisel görüşme). Bu pelajik tür aynı zamanda Güney Ege'den Gökova ve Güllük Körfez'lerinde bilhassa gırgır takımlarıyla av vermekte olup, İzmir Körfezi'nde fanyalı ağlarla tesadüfen yakalanmıştır. Yaklaşık sekiz yıl kadar sonra 06.10.2018 tarihinde ise Gediz Nehri mansabı açıklarında (Koord.: 38°33'41"N - 26°46'23"E) bir gırgır teknesiyle 35 m'den bir birey (840 mm TL) tesadüfen yakalanmıştır (Akyol ve

Tosunoğlu, 2019). Bu türün ticari önemi oldukça fazla olup, gelecekte körfez için potansiyel bir hedef tür olması muhtemeldir.

#### *Bregmaceros nectabanus* Whitley, 1941

Lesepsiyen göçmen bir tür olarak *B. nectabanus*'un (Şekil 1F) bir bireyi (*B. atlanticus* eski adıyla, 66 mm TL), İzmir Körfezi'nden ilk kez 01.12.2011 tarihinde Hekim Adası'nın kuzeyinden (Koord.: 38°28' N-26°47' E) 50 m derinlikte bir fanyalı uzatma ağından çıkmıştır (Aydın ve Akyol, 2013). Daha sonra 09.09.2014 tarihinde yine körfezden (Koord.: 38°23' N-26°46' E) bir fanyalı ağdan 20 m derinlikte bir birey (95 mm TL) daha elde edilmiştir (Özgül ve Akyol, 2017). Son olarak, 25.03.2022 tarihinde Kırdeniz mevkiinde (Koord.: 38°25'20"N-26°46'21"E) bu kez iki birey (53-63 mm TL) olarak bir gırgır ağı vasıtasıyla yakalanmıştır (Akyol, 2022). Bu türün Ege Denizi'nin bazı balık türlerinin (*Saurida lessepsianus*, *Trachurus trachurus*) besin kompozisyonuna dâhil olduğu bilinmektedir (Yılmaz vd., 2004; Filiz vd., 2007).



**Şekil 1.** İzmir Körfezi'nden çıkan Lesepsiyen türler: A: *Saurida lessepsianus*, B: *Lagocephalus sceleratus*, C: *Siganus rivulatus*, D: *Siganus luridus*, E: *Scomberomorus commerson*, F: *Bregmaceros nectabanus*, G: *Champsonod vorax*, H: *Etrumeus golanii*, I: *Stephanolepis diaspros*, J: *Nemipterus randalli*, K: *Upeneus moluccensis*, L: *Hemiramphus far*, M: *Lutjanus argentimaculatus*, N: *Acanthopagrus bifasciatus*, O: *Pterois miles* (Fotoğraflar: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M: O. Akyol; N: T. Şensurat-Genç; O: A. Lök; Ölçek: G: 50 mm; J: 20 mm)

***Champsodon vorax* Günther, 1867**

Bu tür (Şekil 1G) İzmir Körfezi Karaburun açıklarından (Koord.: 38°41'N-26°36'E) 65 m derinlikten bir trol ağıyla bir birey (113 mm SL) olarak 06.09.2014 tarihinde yakalanmıştır (Aydın ve Akyol, 2015). Hemen ardından 10.03.2015 tarihinde benzer bir birey (125 mm TL) Uzunada açıklarından (Koord.: 38°22'21''N-26°45'54''E) 50 m derinlikten elde edilmiştir (Akyol ve Aydın, 2015). Ekonomik değeri olmadığı için iskarta edilen bu türe daha sonraki yıllarda rastlanmamıştır.

***Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940**

'Dikenli çütre' adıyla bilinen bu tür (Şekil 1I), İzmir Körfezi'nden ilk kez 27.10.2014 tarihinde Urla kıyıları, Kumdenizi mevkiinde (Koord.: 38°21'N-26°48'E) bir fanyalı uzatma ağıyla 6 m derinlikten bir birey (177 mm TL) olarak yakalanmıştır (Akyol ve Özgül, 2015). 19.10.2016 tarihinde 67 mm total boyda bir juvenil bireyi ise Karantina Adası önünden 8 m derinlikten fanyalı bir ağla yakalanmıştır (O. Akyol, yayınlanmamış veri). Daha sonra, 22.06.2020 tarihinde 305 mm TL boyda bir birey Yassıcaada kıyılarında (Koord.: 38°24.271 N-26°47.589 E) 18 m derinlikten oltayla yakalanmıştır. Bu, dünya çapındaki en büyük boya sahip birey olmuştur (Metin ve Akyol, 2021). Bölgede son üç yıldır bollaşmış olup, uzatma ağlarında bolca çıktığı balıkçılar tarafından ifade edilmektedir (E. Akgün, kişisel görüşme). Türün ekonomik değeri yoktur ve bölge balıkçıları bu türü iskarta olarak denize geri atmaktadır.

***Etrumeus golanii* DiBattista, Randall & Bowen, 2012**

'Akdeniz hamsisi veya kızılözlü sardalya' adıyla anılan bu tür (Şekil 1H), 13.10.2015 tarihinde İzmir Körfezi Karaburun açıklarında (Koord.: 38°33'46''N-26°36'34''E) 63 m derinlikte kullanılan bir gırgır ağından çıkan tek birey (180 mm TL) körfez için ilk kayıt olmuştur (Akyol ve Ulaş, 2016). Ekonomik değeri olan bu tür henüz gırgır av kompozisyonuna çok fazla girmemektedir. Gelecekte hedef av olma hususunda potansiyeli bulunmaktadır.

***Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)**

'Paşa barbunu, paşa pantolonu, Nil barbunu' gibi isimlerle anılan *U. moluccensis*'in (Şekil 1K) bir bireyi (124 mm TL), 18.12.2015 tarihinde İzmir Körfezi Karaburun açıklarından (Koord.: 38°40'N-26°36'E) 80 m derinlikte bir dip trolü vasıtasıyla yakalanmıştır. Yaklaşık bir ay sonra (29.01.2016) bir birey (115 mm TL) daha Çandarlı Körfezi'nden (Koord.: 38°53'N-26°52'E) 85 m derinlikten elde edilmiştir (Aydın ve Akyol, 2016). Son olarak, Aralık 2022'de Gülbahçe kıyılarından bir birey araştırma amaçlı trolde çıkmıştır (E. Akgün, kişisel görüşme). Bu tür Gökova Körfezi'ne kadar olan güney kıyılarımızda bolluğu nedeniyle ekonomik olarak avlanırken, İzmir kıyılarında popülasyonu henüz çok artmadığı için hedef tür olmaktan şimdilik uzaktır.

***Nemipterus randalli* Russell, 1986**

'Kalkuyruk mercan' ismiyle anılan bu tür (Şekil 1J) 20.02.2016 tarihinde, Karaburun açıklarından (Koord.: 38°44'N-26°33'E) bir dip trolüyle bir birey (183 mm TL) olarak 90 m derinlikten yakalanmıştır (Aydın ve Akyol, 2017). Ancak bu türe bir daha bölgede rastlanmamıştır. Gökova Körfezi'nde ekonomik olarak avcılığı yapılmaktadır.

***Lutjanus argentimaculatus* (Forsskål, 1775)**

'Mangrov kızıl levreği' adıyla anılan bu tür (Şekil 1M), 04.10.2018 tarihinde bir birey (305 mm TL) olarak Urla kıyılarından (Koord.: 38°22'N-26°47'E) bir galsama ağıyla 8 m derinlikten yakalanmıştır (Akyol, 2019). Bu ticari değeri olan türe, körfezde bir daha rastlanmamıştır. Daha sonra bu tür Yunanistan kıyılarında da görülmeye başlanmıştır (Tiralongo vd., 2019).

***Hemiramphus far* (Forsskål, 1775)**

Bu türün (Şekil 1L) Ege Denizi için en kuzey kaydı Foça açıklarından verilmiş olup (Akça ve Bilecenoğlu, 2010), 05.12.2018 tarihinde Gediz mansabı açıklarında (Koord.: 38°34'240 N-26°46'533 E) 40 m derinlikten bir birey (210 mm TL) gırgır ağıyla yakalanmıştır (Akyol ve Tosunoğlu, 2020). Ekonomik olan bu türün bölgede henüz bollaştığına dair bir işaret bulunmamaktadır.

***Acanthopagrus bifasciatus* (Forsskål, 1775)**

Bir Sparid türü olarak *A. bifasciatus*'un (Şekil 1N) bir bireyi (335 mm TL) 22.12.2018 tarihinde, İzmir Körfezi Karaburun kıyılarından (Koord.: 38.6299°N-26.5242°E) bir fanyalı uzatma ağıyla 3 m derinlikten ele geçirilmiştir. Bu kayıt aynı zamanda Ege Denizi için ilk kayıt olmuştur (Şensurat-Genç vd., 2020). Bu türün ekonomik değeri olmasına rağmen, bölgede bir daha rastlanmamıştır.

***Pterois miles* (Bennett, 1828)**

'Aslan balığı' adıyla bilinen bu türün (Şekil 1O) bir bireyi (309 mm TL) 18.03.2021 tarihinde, Karaburun kıyılarından (Koord.: 38°65'N-26°52'E), 36 m derinlikte, 9 Eylül vapuru resif batığının pervane boşluğunda tespit edilerek sualtı videoları çekilmiştir (Oruç vd., 2022). Bu türün o tarihten beri körfezden yeni bir kaydına rastlanmamıştır. Oldukça lezzetli bir tür olduğu bilinen aslan balığının popülasyonunun kontrol altına alınabilmesi için restoran menülerine dâhil edilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu yönüyle türün bölge balıkçılarına ekonomik fayda sağlama potansiyeli vardır.

**Sonuç**

İzmir Körfezi'ne Lesepsiyen balık girişi muhtemelen ilk *S. lessepsianus* türü ile 1970'li yılların başında başlamış olup, geçen yarım asırlık süre boyunca en son 2021 yılında aslan balığı (*P. miles*) ile on beşinci tür olarak listeye girmiştir. Balon balığı (*L. sceleratus*) 2003 yılında ilk kez kaydedildiği Gökova Körfezi'nden üç yıl sonra İzmir Körfezi'ne giriş yapmış olmakla beraber, ilginç bir şekilde körfezde invazif/yıkıcı etkisi gözlemlenmemiştir. Halbuki balon balıklarının İzmir ve Hatay kıyılarında kıyı

balıkçılara yarattığı zarar üzerine yapılan bir çalışmaya göre (Ünal vd., 2015), 261 kişilik balıkçı kitlesiyle yapılan anket sonuçları balıkçıların %78'inin balon balıkları nedeniyle ekonomik kayıp yaşadıklarını, yine balıkçıların %89'unun balon balıklarının avlarını azalttığını, %82'sinin ise bunların denizel biyo-çeşitliliği olumsuz etkilediğine inandığını ortaya koymuştur. İzmir kıyılarında balon balığı balıkçılarla bir etkileşime girdiyse de bu olumsuz etki en azından şimdilik körfezin balıkçıları açısından gözlemlenmemiştir. Bu durum aslan balığı (*P. miles*) için de geçerlidir. Bu balık şimdilik sadece Karaburun civarında sınırlanmış görünmektedir. Aslan balığının bölgedeki popülasyon eğilimleri takip edilmeli ve stoğunu azaltıcı yönde türe özgü önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

Körfeze giriş yapmış Lesepsiyen türler arasında, popülasyonunu en çok arttıran *S. diaspros* (dikenli çütrec balığı) gibi görünmektedir. Öyle ki, 2016'da tesadüfen yakalanan juvenil bir birey türün körfezde ürediğine de işaret etmektedir. Yine körfezde rastlanan *C. vorax* ve *B. nectabanus* türlerinin hiçbir ekonomik değeri yoktur; ancak bu küçük boyutlu türler diğer predatör türlerin besin kompozisyonunda rol oynamaya başlamışlardır (Yılmaz vd., 2004; Filiz vd., 2007).

Bölgede balıkçılık ekonomisine katkı verme olasılığı en yüksek olan türler *S. luridus* ve *S. rivulatus*'tur. Onları *U. moluccensis*, *H. far* ve *N. randalli* türlerinin izlemesi kuvvetle muhtemeldir. *S. commerson*, *E. golanii*, *L. argenimaculatus* ve *A. bifasciatus* türleri için ise bir yorum yapmak için daha fazla veriye ihtiyaç vardır.

İzmir Körfezi, konumu ve verimliliği göz önüne alındığında gelecekte pek çok egzotik türe ev sahipliği yapacak gibi görünmektedir. Körfez, mevcut biyo-çeşitliliği ile Ege Denizi'ne olan üretim katkısı yanında balıkçılığa sağladığı ekonomik katkıları nedeniyle de çok özel bir balıkçılık alanıdır. Gelecekte körfezde ekolojik değişimlere bağlı oluşabilecek yabancı türlerin istilalarının biyo-ekolojik olarak izlenmesi, istilanın olası bazı zararlı etkilerine karşı önlemler alınması yanında, varsa ticari faydalı türlerin ekonomiye kazandırılması için çalışmalar yapılmalıdır. Bu yeni türlerin balıkçılara tanıtılması, fayda-zarar analizlerinin yapılmasında ve yüzlerce tür için üreme ve gelişim alanı olarak körfezin Ege Denizi biyo-çeşitliliğine katkısını sürdürülebilir kılmak için balıkçılık idaresi, üniversiteler ve balıkçı kooperatiflerinin işbirliğinin sağlanması gereklidir.

#### Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### Etik Onay

Bu çalışma için etik kurul onayına gerek yoktur.

#### Kaynaklar

Akça, N., & Bilecenoğlu, M. (2010). Northernmost occurrence of *Hemiramphus far* (Actinopterygii:

Hemiramphidae) in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 11(1), 173-175. doi:10.12681/mms.99

Akyol, O., Ünal, V., Ceyhan, T., & Bilecenoğlu, M. (2005). First confirmed record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 66, 1183-1186. doi:10.1111/j.1095-8649.2005.00667.x

Akyol, O., Çoker, T., & Perçin, F. (2011). The very rare and little-known fishes along the coasts of İzmir (Aegean Sea, Turkey) in the past 40 years (1969-2008). *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 1337-1345. doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01768.x

Akyol, O., & Özgül, A. (2015). Record of reticulated leatherjacket *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940 (Tetraodontiformes: Monacanthidae) from İzmir Bay, Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 21(3), 316-322.

Akyol, O., & Aydın, İ. (2015). Additional records of two lessepsian fish, *Siganus luridus* and *Champsodon vorax* from İzmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Annales Series Historia Naturalis*, 25(2), 109-112.

Akyol, O., & Aydın, İ. (2016). A new record of *Lagocephalus guentheri* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) from the north-eastern Aegean Sea. *Zoology in the Middle East*, 62(3), 271-273. doi: 10.1080/09397140.2016.1226244

Akyol, O., & Ulaş, A. (2016). The second record of lessepsian migrant *Etrumeus golanii* from the North-eastern Aegean Sea (İzmir Bay, Turkey). *Annales Series Historia Naturalis*, 26(1), 25-28. doi: 10.19233/ASHN.2016.4

Akyol, O. (2019). The first record of a mangrove red snapper, *Lutjanus argenimaculatus* (Actinopterygii: Perciformes: Lutjanidae), from the Aegean Sea (Gulf of İzmir, Turkey). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(2), 209-211. doi: 10.3750/AIEP/02572

Akyol, O., & Tosunoğlu, Z. (2019). On the occurrence of a lessepsian immigrant *Scomberomorus commerson* (Scombridae) in İzmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 81-84. doi:10.12714/egejfas.2019.36.1.10

Akyol, O., & Tosunoğlu, Z. (2020). Additional record of *Hemiramphus far* (Forsskål, 1775) (Hemiramphidae) in Northern Aegean Sea (İzmir Bay, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1), 38-41. doi: 10.33714/masteb.674208

Akyol, O. (2022). The recent capture of *Bregmaceros nectabanus* (Bregmaceratidae) from purse-seine fishery in İzmir Bay, NE Aegean Sea. *Aquatic Research*, 5(4), 319-323. doi: 10.3153/AR22031

Anonim. (2016). 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (2016/35). RG. Sayı: 29800, Ankara. 112 s.

- Aydın, I., & Akyol, O. (2013). New record of the antenna codlet, *Bregmaceros atlanticus* Goode and Bean, 1886 (Gadiformes: Bregmacerotidae), from the northern Aegean Sea (İzmir Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 245-246. doi:10.1111/jai.12009
- Aydın, I., & Akyol, O. (2015). First record of an Indo-Pacific gaper, *Champsodon vorax* (Actinopterygii: Perciformes: Champsodontidae), from the Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 45(2), 207-209. doi: 10.3750/AIP2015.45.2.12
- Aydın, I., & Akyol, O. (2016). Northernmost record of *Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855)(Osteichthyes: Mullidae) in the Turkish coasts of the Aegean Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16, 749-752. doi:10.4194/1303-2712-v16\_3\_30
- Aydın, I., & Akyol, O. (2017). Occurrence of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 (Nemipteridae) off İzmir Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 33, 533-534. doi:10.1111/jai.13331
- Ben-Tuvia, A. (1972). Immigration of fishes through the Suez Canal. 17. Congress Intern. Zool. (Monte Carlo). No. 3, Les consequences biologiques des canaux. Inter Oceans, pp. 1-8.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., & Akalın, S. (2006). Range expansion of silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), to the northern Aegean Sea. *Aquatic Invasions*, 1, 289-291.
- Bilecenoğlu, M., & Öztürk, B. (2018). Possible intrusion of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) to the Turkish Black Sea coast. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(3), 272-276.
- Çınar, M.E., & Bilecenoğlu, M. (2015). Alien species invading the Aegean Sea habitats- an eastern synthesis. In: *The Aegean Sea Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Eds: Katağan, T. Tokaç, A. Beşiktepe, Ş. & Öztürk, B. (pp. 636-653). Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 41, İstanbul.
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu, M., Yokeş, M.B., Öztürk, B., Taşkin, E. et al. (2021). Current status (as end of 2020) of marine alien species in Turkey. *PLoS ONE*, 16(5): e0251086. doi:10.1371/journal.pone.0251086
- Çoker, T., & Akyol, O. (2011). İzmir Körfezi'nin (Ege Denizi) Lesepsiyen balıkları. Ekoloji 2011 Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Düzce, Bildiri Özetleri, s. 219.194
- Çoker, T., Cihangir, B., & Akyol, O. (2010). İzmir Körfezi balıkları. XX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran, Denizli, Bildiriler Kitabı, s. 854.
- Filiz, H., Akçınar, S.C., Ulutürk, E., Bayhan, B., Taşkavak, E., Sever, T.M. et al. (2007). New records of *Bregmaceros atlanticus* (Bregmacerotidae), *Echiodon dentatus* (Carapidae) and *Nemichthys scolopaceus* (Nemichthyidae) from the Aegean Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 37, 107-112. doi:10.3750/AIP2007.37.2.07
- Froese, R., & Pauly, D., Editors. (2023). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2023).
- Galil, B.S. (2000). A sea under siege – alien species in the Mediterranean. *Biological Invasions*, 2, 177-186.
- Galil, B., Boero, F., Fraschetti, S., Piraino, S., Campbell, M. et al. (2015). The enlargement of the Suez Canal and introduction of non-indigenous species to the Mediterranean Sea. *Association for the Sciences of Limnology and Oceanography*, May 2015: 1-5.
- Geldiay, R. (1969). İzmir Körfezinin başlıca balıkları ve muhtemel invasyonları. E.Ü. Fen Fakültesi Monografiler, Seri No. 11, ss. 1-135.
- Golani, D. (1998). Impact of Red Sea fish migrants through the Suez Canal on the aquatic environment of the eastern Mediterranean. *Bulletin of Yale School of Forestry and Environmental Studies*, 103, 375-387.
- Gurbet, R., & Kara, A. (2013). Record of Lessepsian marbled spinefoot *Siganus rivulatus* (Pisces: Siganidae) from Northern Aegean Sea (İzmir Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 463-464. doi:10.1111/jai.12080
- Irmak, E., & Altunağaç, U. (2015). First record of an invasive Lessepsian migrant, *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae), in the Sea of Marmara. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 45, 433-435. doi:10.3750/AIP2015.45.4.14
- Kara, A., & Akyol, O. (2011). Record of Lessepsian rabbitfish *Siganus luridus* from northern Aegean Sea (İzmir Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 1381-1382. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01793.x
- Metin, G., & Akyol, O. (2012). İzmir Körfezi (Ege Denizi)'nde potansiyel ticari Lesepsiyen türler. SBT 2012. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı, Bildiriler Kitabı, s. 188-194. Editör: A.S. Toklu, 17-18 Kasım 2012, İstanbul.
- Metin, G., & Akyol, O. (2021). Maximum size of *Stephanolepis diaspros* (Tetraodontiformes: Monacanthidae). *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(1), 23-27. doi: 10.33714/masteb.762274
- Oruç, A.Ç., Şensurat Genç, T., Özgül, A., & Lök, A. (2022). The northernmost dispersal record of the lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) for the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(1), 84-87. doi:10.12714/egejfas.39.1.12
- Özgül, A., & Akyol, O. (2017). On the occurrence of the smallscale codlet, *Bregmaceros nactabanus* (Bregmacerotidae), off the Urla coast in İzmir Bay (Aegean Sea, eastern Mediterranean). *Annales Series Historia Naturalis*, 27(1), 69-74. doi:10.19233/ASHN.2017.10

- Por, F.D. (1978). Lessepsian migration: the influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. *Ecological studies*. Berlin: SpringerVerlag: 23: 228.
- Şensurat-Genç, T., Seyhan-Öztürk, D., & Iwatsuki, Y. (2020). First record of the doublebar seabream, *Acanthopagrus bifasciatus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae), in the Aegean Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 50(1), 97–101. doi:10.3750/AIEP/02734
- Tiralongo, F., Giovos, I., Doumpas, N., Langeneck, J., Kleitou, P., & Crocetta, F. (2019). Is the mangrove red snapper *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal, 1775) established in the eastern Mediterranean Sea? First records from Greece through a citizen science project. *BioInvasions Records* 8(4), 911–916. doi:10.3391/bir.2019.8.4.19
- Ünal, V., Göncüoğlu, H., Durgun, D., Tosunoğlu, Z., Deval, C., & Turan, C. (2015). Silver-cheeked Toadfish, *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae), causes a substantial economic losses in Turkish Mediterranean coast: a call for decision makers. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 45, 231–237. doi:10.3750/AIP2015.45.3.02
- Yılmaz, R., Bilecenoğlu, M., & Hoşsucu, B. (2004). First record of the antenna codlet, *Bregmaceros atlanticus* Goode & Bean, 1886 (Osteichthyes: Bregmacerotidae), from the eastern Mediterranean Sea. *Zoology in the Middle East*, 31, 111–112. doi:10.1080/09397140.2004.10638031

SHORT COMMUNICATION

## The Presence of the Monogenean Helminth *Grubea cochlear* Diesing, 1858 from Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Caught in The Çanakkale Strait, Türkiye

Ruhay Aldık<sup>1\*</sup>, Fikret Çakır<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries Technology, Canakkale Applied Sciences Faculty, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Fishing and Processing Technology, Faculty of Marine Science and Technology, Canakkale Onsekiz Mart University, Canakkale, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-5791-7491>

<https://orcid.org/0000-0001-5261-2365>

Received: 09.05.2023 / Accepted: 19.06.2023 / Published online: 04.07.2023

**Key words:**

Chub mackerel  
*Grubea cochlear*  
Mazocraeidea  
Monogenea  
*Scomber japonicus*

**Abstract:** In this study, 75 chub mackerels that were caught in the Canakkale Strait in Türkiye between October to December, 2019, were examined for the presence of parasites. The length and weight of all fish were measured and the external body area, oral cavity, nostrils, fins, and gills were examined. Gill samples were examined under a stereomicroscope and all suspicious findings were preserved in 99.99% ethanol. The mean length and weight of fish were 24.84±0.39cm and 146.01±7.16 gr, respectively. It was determined that the collected parasite is *Grubea cochlear*, a monogenic helminth belonging to the Mazocraeidea family. The chub mackerel, in which the specimen of *G. cochlear* was isolated among the gill filaments, was a female with a total length of 18.5 cm and a weight of 49.80 gr. This finding of *Grubea cochlear* isolated from the gills of chub mackerel is the first record of this species in this region.

**Anahtar kelimeler:**

Kolyoz balığı  
*Grubea cochlear*  
Mazocraeidea  
Monogenea  
*Scomber japonicus*

### Çanakkale Boğazı'ndan Yakalanan Kolyoz Balığında (*Scomber japonicus*) Monogenean Helminth *Grubea cochlear* Diesing, 1858'in Varlığı

**Öz:** Bu çalışmada, Ekim-Aralık 2019 tarihleri arasında Çanakkale Boğazı'nda (Türkiye) avlanan 75 kolyoz (*Scomber japonicus*) Balığı incelenmiştir. Tüm balıkların boy ve ağırlıkları ölçülmüş, dış vücut bölgesi, ağız boşluğu, burun delikleri, yüzgeçler ve solungaçlar incelenmiştir. Solungaç örnekleri stereo mikroskopta incelenmiş ve tüm şüpheli buluntular %99,99'lük etanolde saklanmıştır. Balığın ortalama boyu ve ağırlığı sırasıyla 24.84±0.39cm ve 146.01±7.16 gr idi. Toplanan parazitin Mazocraeidea familyasına ait monogenik bir helminth olan *Grubea cochlear* olduğu belirlendi. Solungaç lamelleri arasından *G. cochlear* örneğinin izole edildiği kolyoz, toplam uzunluğu 18.5 cm ve ağırlığı 49.80 gr olan dişi bir bireydir. Kolyozun solungaçlarından izole edilen *Grubea cochlear* bulgusu, bu türün bölgedeki ilk kayıdır.

### Introduction

Although the members of the Scombridae family are very common in the Atlantic, they are extensively fished in the Mediterranean (Costa et al., 2007; Costa et al., 2011). Members of the Scombridae family such as *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 and *Scomber colias* Gmelin, 1789, are mostly preferred in the Mediterranean cuisine. Chub mackerel is particularly important both in terms of food in human nutrition and fish feeding in aquaculture. The total catch of chub mackerels amounted to approximately 1.360 million tons (FAO, 2022).

Parasitic infections of wild fishes are very common (Feist and Longshaw, 2008). Parasites primarily use their hosts as a nutritional and reliable breeding ground. They increase the chances of mating and breeding when they meet the host and the host provides the necessary nutritional conditions (Rohde 1977, 1979, 1993; 1994;

Ramasamy et al. 1985; Koskivaara et al. 1992; Cavaleiro and Santos 2011). Ectoparasites of fish are observed in the body areas where the host contacts with the external environment and the gill lamellae that are in direct contact with the water are particularly a target for infestation (Koskivaara et al. 1992). Castro and Santos (2013) reported that many parasite species that were not previously observed in mackerels are observed in the gills.

Studies on monogenean parasites belonging to the family Mazocraeidea (Price, 1936) indicate that members of this family infest the gills of scombrids (family Scombridae). *Grubea cochlear* (Mazocraeidea) was first described by Karl Moriz Diesing in 1858. In 1968, it was found in the gills of *S. scombrus* from the coasts Tunisia and the former Yugoslavia (Rohde, 1986). In 1975, *G. cochlear* was isolated from *Sarda chilensis* of the coasts of

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

**How to cite this article:** Aldık, R., & Çakır, F. (2023). The presence of the Monogenean helminth *Grubea cochlear* Diesing, 1858 from Chub mackerel (*Scomber japonicus*) caught in the Çanakkale Strait, Türkiye. COMU J. Mar. Sci. Fish, 6(1): 90-94. doi:10.46384/jmsf.1294591

Baha California. It was later isolated from *S. scombrus* and *S. japonicus* in the Mediterranean and the Western Atlantic (Rohde, 1986). *G. cochlear* was also isolated from chub mackerel from coasts of Italy and Spain in the Mediterranean (Mele, 2014). In this study, the occurrence of *G. cochlear* in the gills of chub mackerel (*S. japonicus*) caught from the Çanakkale Strait is reported.

### Material and Methods

In this study, 75 chub mackerels that were caught in the Çanakkale Strait in November 2019 were examined for the presence of ectoparasites. Initially, the length and weight of all fish were measured. Then, the external body area, oral cavity, nostrils, fins, and the gills were examined. Samples taken from fish were examined in detail under a stereo zoom microscope (Zeiss Stemi 508-8:1) and photographs were taken using a digital camera. All suspicious findings were stored in absolute ethanol. For further examination, samples were removed from ethanol, softened in glycerin and examined under a binocular light microscope at different magnifications. Identification of the parasite was carried out according to Rohde and Watson (1985a, b), Rohde (1986, 1989), Xiao-Ming and Jian-Ying (2009), Lyndon and Vidal-Martinez (1994).

### Results and Discussion

Only one specimen of *Grubea cochlear* was isolated from a total of 75 chub mackerels (*S. japonicus*) examined. The mean total length and weight of all fish examined were  $24.84 \pm 0.39$  cm and  $146.01 \pm 7.16$  gr, respectively (Figure 1). The chub mackerel in which *Grubea cochlear*

was found among the gill filaments was a female with a total length of 18.5 cm and weight of 49.80 gr.

The length of the *Grubea cochlear* specimen was 7.77 mm (Figure 2) and had 4 masochraid suction discs with different diameters (329.37  $\mu$ m, 380.038  $\mu$ m, 326.713  $\mu$ m, 283.018  $\mu$ m) (Figure 3, 4). The opisthaptor length of the specimen was 2.8 mm, which constituted about a third of the total body length (Figure 3).

Although rarely observed in the Scombridae family, the monogenean *Grubea cochlear* was reported earlier from Morocco, Portugal, Spain, Tunisia and the former Yugoslavia in the Mediterranean (Rohde, 1986; Bray, 2001; Kohn et al., 2006; Strona et al., 2010; Mendoza-Garfias et al., 2017; Derbel et al., 2022). It was also reported from scombrids caught from other parts of the world such as Brazil and the North Sea (Rohde, 1986). *G. cochlear* was also isolated from the Turkish waters. Tareen (1982) isolated *G. cochlear* from *S. scombrus* in the Aegean Sea and this was the first record for Turkey (Özer, 2021).

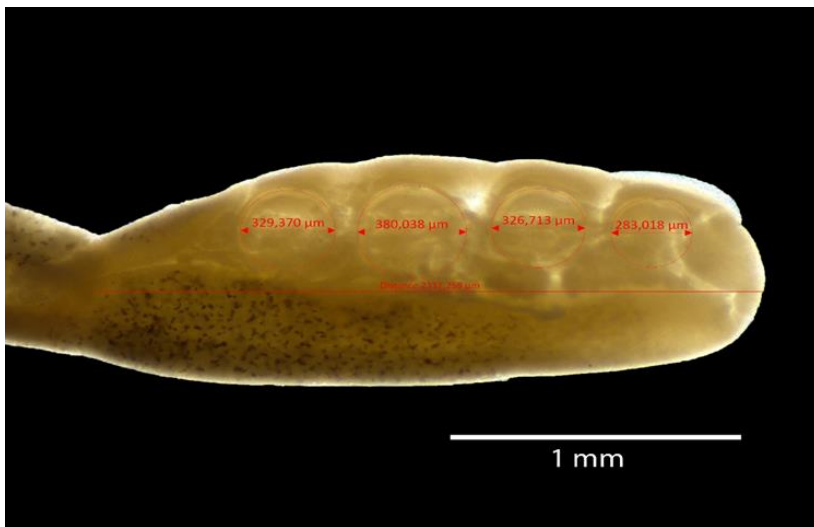
Two other closely related species, *G. australis* and *G. sinensis* were also reported from the gills of scombrids. *G. australis* was reported from the gills of *S. australis* in southeast Australia and *G. sinensis* was reported from the gills of *Pneumatophorus japonicus* in China (Xiao-Ming & Jian-Ying, 2009). *G. cochlear* has a relatively large opisthaptor that contains much more advanced suction discs than *G. australis* (Rohde, 1986) and *G. sinensis*. There are also differences in the number of small genital hooks, the shape of the opisthaptor and the direction of the opisthaptor (Xiao-Ming & Jian-Ying, 2009).



Figure 1. A group of the examined specimens of chub mackerels (Original)



**Figure 2.** The observed specimen of *Grubea cochlear* and its respective body measurements (Original, scale bar: 1 mm)



**Figure 3.** Suction organs and diameters of opisthaptors (Original, scale bar: 1 mm)



**Figure 4.** The suction disc of the observed specimen (Original)



The occurrence and prevalence of *G. cochlear* is very limited in wild scombrids. The prevalence of *G. cochlear* isolated from *S. scombrus* was only 2.5 %. Mele (2014) reported the prevalence of *G. cochlear* as 10%. Similar to other studies, the prevalence of this species in the present study was very low and only 1 specimen was found among 75 examined fish corresponding to a prevalence of 1.3%.

The Çanakkale Strait constitutes an important fishing area and aggregation zone where many species of pelagic species such as mackerels, bluefishes, chub mackerels and bonitos migrate annually between the Aegean Sea, the Sea of Marmara and the Black Sea (Rozakēs, 1987; Oğuz et al., 2000; Keser et al., 2007). Such periodic and temporary mass aggregations of different species of fishes in confined areas may also help facilitate spread of rare parasites such as *G. cochlear* in wild fish populations. This is the first report for the presence of ectoparasitic helminth *Grubea cochlear* isolated from the gills of chub mackerels in the region.

### 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

Ethics committee approval was not required since the article studied dead fish and parasites.

### References

- Bray, R.A. (2001). Monogenea, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels, 50: pp. 142-146.
- Cavaleiro F.I., & Santos M.J. (2011) Site selection of *Acanthochondria cornuta* (Copepoda: Chondracanthidae) in *Platichthys flesus* (Teleostei: Pleuronectidae). *Parasitol* 138(8):1061–1067. doi:10.1017/s0031182011000606
- Castro, R., & Santoz M.J. (2013). Metazoan ectoparasites of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* (Teleostei: Scombridae): macro- and microhabitat distribution. *Parasitol Res* (2013) 112:3579–3586 DOI 10.1007/s00436-013-3543-8
- Costa, G., Freitas N., Dellinger T.H., & MacKenzie K. (2007). Gill monogeneans of the chub mackerel, *Scomber japonicus* from Madeiran waters of the Atlantic Ocean, Portugal. *Journal of Helminthology* (2007) 81, 33-38.
- Costa, G., Cavallero S., D'Amelio S., Paggi L., Santamaria MTG., Perera CB., Santos MJ., & Khadem M. (2011). Helminth parasites of the Atlantic chub mackerel, *Scomber colias* Gmelin, 1789 from Canary Islands, Central North Atlantic, with comments on their relations with other Atlantic regions. *W. Stefan'ski Institute of Parasitology, PAS. Acta Parasitologica*, 2011, 56(1), 98–104. doi: 10.2478/s11686-011-0006-1.
- Derbel, H., Châari, M., & Neifar, L. (2022). Checklist of the Monogenea (Platyhelminthes) parasitic in Tunisian aquatic vertebrates. *Helminthologia*. 59(2): 179-199., available online at <https://doi.org/10.2478/helm-2022-0012>.
- FAO, (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Keser, R., Bray, R. A., Oguz, M. C., Çelen, S., Erdoğan, S., Doğuturk, S., Aklanoğlu, G., & Marti, B. (2007). Helminth parasites of digestive tract of some teleost fish caught in the Dardanelles at Çanakkale, Turkey. *Helminthologia*, 44, 4: 217 – 221. doi 10.2478/s11687-007-0035-3.
- Kohn A., Cohen s. C., & Salgado-Maldonado G. 2006. — Checklist of Monogenea parasite of freshwater and marine fishes, amphibians and reptiles from Mexico, Central America and Caribbean. *Zootaxa* 1289: 1-114.
- Koskivaara, M., Valtonen, E.T., & Vuori, K.M. (1992) Microhabitat distribution and coexistence of *Dactylogyrus* species (Monogenea) on the gills of roach. *Parasitol* 104:273–281
- Lyndon A.R., & Vidal-Martinez V.M., 1994. The Microhabitat and Morphology of *Grubea cochlear* on The Gills of Mackerel from Lyme Bay, Southern England. *J.mar. biol. Ass. U.K.* (1994), 74, 731-734
- Mele, S., Pennino M.G., Piras, M.C., Bellido, J.M., Garippa, G., & Merella P. (2014). Parasites of the head of *Scomber colias* (Osteichthyes: Scombridae) from the western Mediterranean Sea. *W. Stefan'ski Institute of Parasitology, PAS. Acta Parasitologica*, 2014, 59(1), 173–183; ISSN 1230-2821. DOI: 10.2478/s11686-014-0207-5.
- Mendoza-Garfias B., García-Prieto L., & Pérez-Ponce De León G. (2017). Checklist of the Monogenea (Platyhelminthes) parasitic in Mexican aquatic vertebrates. *Zoosystema*. 39 (4): 501-598., available online at <https://doi.org/10.5252/z2017n4a5>.
- Oguz, M., Gure, H., Ozturk, M. O., & Savas, Y. (2000). A study of *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) in some economically important teleost fish caught on the Çanakkale coast and throughout the Dardanelles Straits. *Türk. Parazitol. Dergisi*, 24: 431 – 434.
- Özer, A. 2021. Checklist of Marine, Freshwater, and Aquarium Fish Parasites in Turkey. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication No: 62, Istanbul, Turkey. 311 p
- Ramasamy, P., Ramalingam, K, Hanna, R.E.B., & Halton, D.W. (1985). Microhabitats of gill parasites (Monogenea and Copepoda) of teleosts (*Scomberoides*

- spp.). Int J Parasitol 15(4):385–397. doi:10.1016/0020-7519(85)90023-2.
- Rohde, K. (1977). A non-competitive mechanism responsible for restricting niches. Zool Anz 199:164–172.
- Rohde, K. (1979). A critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. Am Nat 114:648–671.
- Rohde, K. (1986). *Grubea australis* n. sp. (Monogenea, Polyopisthocotylea) from *Scomber australasicus* in southeastern Australia, and *Grubea cochlear* Diesing, 1858 from *S. scombrus* and *S. japonicus* in the Mediterranean and western Atlantic. Syst Parasitol 9(1):29–38
- Rohde, K. (1989). *Kuhnia sprostonae* Price, 1961 and *Kuhnia scombercolias* Nasir and Fuentes Zambrano, 1983 (Monogenea, Mazocraeidae) and their microhabitats on the gills of *Scomber australasicus* (Teleostei, Scombridae), and the geographical distribution of 7 species of gill Monogenea of *Scomber* spp. Systematic Parasitol 14(2):93–100. doi:10.1007/bf00016903
- Rohde, K. (1993). Ecology of marine parasites, 2nd edn. CABI, Oxon.
- Rohde, K. (1994). Niche restriction in parasites: proximate and ultimate causes. Parasitol 109:69–84.
- Rohde, K., & Watson, N. (1985a). Morphology and geographical variation of *Pseudokuhnia minor* n. g., n. comb. (Monogenea: Polyopisthocotylea). Int J Parasitol 15(5):557–567. doi:10.1016/0020-7519(85)90053-0
- Rohde, K., & Watson, N. (1985b). Morphology, microhabitats and geographical variation of *Kuhnia* spp. (Monogenea: Polyopisthocotylea). Int J Parasitol 15(5):569–586. doi:10.1016/0020-7519(85)90054-2
- Rozakēs, C.L. (1987). The Turkish Straits (İngilizce). Martinus Nijhoff Publishers. s. 1. ISBN 9024734649. Erişim tarihi: 1 Ağustos 2017.
- Strona, G., Stefani, F., & Galli, P. (2010). Monogenoidean parasites of Italian marine fish: An updated checklist. Italian Journal of Zoology. 77(4): 419-437., available online at <https://doi.org/10.1080/11250001003614841>.
- Xiao- Ming, W., & Jian-Ying Z. (2009). Studies on Monogenea of Chinese Marine Fishes (XVII). One new species of the genus *Grubea* (Mazocraeidae, Grubeinae) from Guangdong, China. Journal of South China normal University (Natural Science Edition), 2009, 1(4), 97-99.

## 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/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. Avcılar, M. E. Sahin and A. H. Shahzad provided help in the clinic process. M. O. Ozyigit and Z. Avcı Kupeli 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 (Çanakale) 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., & Ruiter, 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

- Soultos, 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., Villarroel, 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.

