



**Marine and Life Sciences**

**E-ISSN:2687-5802**

**M and L S**

**A**

**R**

**I**

**N**

**E**

**I**

**F**

**E**

**C**

**I**

**E**

**N**

**C**

**E**

**S**



**Mar Life Sci**  
**Volume 4 Issue 1**  
**June 2022**



# Marine and Life Sciences

E-ISSN: 2687-5802

**M** and **L** **S**  
A R I N E I F E C I E N C E S

## Marine and Life Sciences

2022, Volume 4, Issue 1

**JUNE 2022**

Marine and Life Sciences (Mar Life Sci) yılda iki defa yayımlanan uluslararası bilimsel, hakemli ve açık erişimli bir dergidir. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir. Yayımlanan yazıların tüm yayın hakları dergiye aittir. Makalelerin içerikleriyle ilgili her türlü yasal sorumluluk yazar(lar)a aittir.

Marine and Life Sciences (Mar Life Sci) is an international, scientific, refereed and open access journal published twice a year. The publication languages of the journal are English and Turkish. All publishing rights of the articles belong to the journal. All legal liability for the contents of the articles belongs to the author(s).

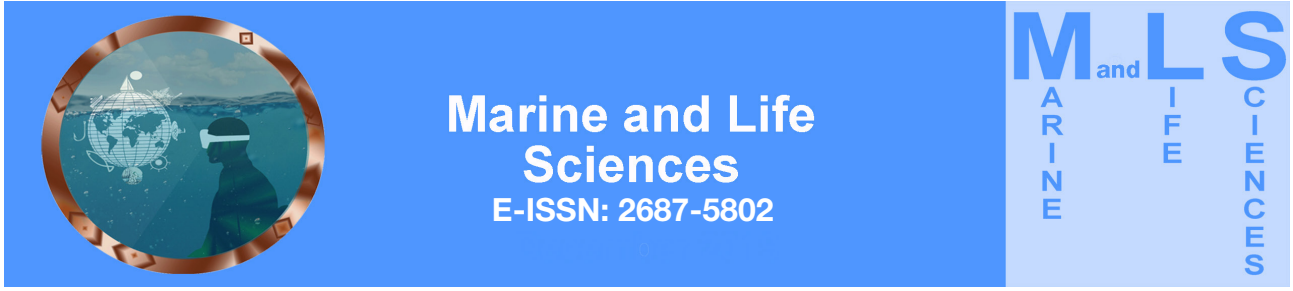
### Corresponding address

KARAAĞAÇ ÖVÜNDÜK MAH. UĞUR MUMCU 9 CAD. 14. BLOK NO: 310K İÇ KAPI NO:  
12-ARSUZ-HATAY/TURKİYE

[emrah.simsek@iste.edu.tr](mailto:emrah.simsek@iste.edu.tr)  
[marineandlifesciences@gmail.com](mailto:marineandlifesciences@gmail.com)  
<https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife>

Mar Life Sci is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-Share-Alike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).





**Editor-in-Chief**

**Dr. Emrah ŞİMŞEK**

Iskenderun Technical University, TURKİYE

**Co-Editors**

**Dr. Süleyman ÖZDEMİR**

Sinop University, TURKİYE

**Dr. Semih KALE**

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKİYE

**Technical Editor**

**Dr. Aydın DEMİRCİ**

Iskenderun Technical University, TURKİYE

**Language Editors**

**Dr. Muharrem KESKİN**

Hatay Mustafa Kemal University, TURKİYE

**Dr. Ece KILIÇ**

Iskenderun Technical University, TURKİYE

**Statistics Editors**

**Dr. Mehmet Fatih CAN**

Iskenderun Technical University, TURKİYE

**Dr. Yavuz MAZLUM**

Iskenderun Technical University, TURKİYE

**Copy Editors**

**Dr. Hüseyin GÜMÜŞ**

Mersin University, TURKİYE

**Özkan AKAR**

Iskenderun Technical University, TURKİYE



## Editorial Board

[Dr. Abdullah ÖKSÜZ](#)

Necmettin Erbakan University, TURKİYE

[Dr. Ahmet Raif ERYAŞAR](#)

Recep Tayyip Erdoğan University, TURKİYE

[Dr. Arya VAZIRZADEH](#)

Shiraz University, IRAN

[Dr. Asif SARDAR](#)

PMAS Arid Agriculture University, Rawalpindi,  
PAKISTAN

[Dr. Ayşe ÖZYILMAZ](#)

Iskenderun Technical University, TURKİYE

[Dr. Celalettin AYDIN](#)

Ege University, TURKİYE

[Dr. Deniz ACARLI](#)

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKİYE

[Dr. Dilruba Seyhan ÖZTÜRK](#)

İzmir Katip Çelebi University, TURKİYE

[Dr. Doğukan KAYA](#)

Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKİYE

[Dr. Emeka Donald Anyanwu](#)

Michael Okpara University of Agriculture, NIGERIA

[Dr. Emre ÇAĞLAK](#)

Recep Tayyip Erdoğan University, TURKİYE

[Dr. Hakan TÜRKER](#)

Bolu Abant İzzet Baysal University, TURKİYE

[Dr. Metin YAZICI](#)

Iskenderun Technical University, TURKİYE

[Dr. Pervin VURAL ERTUĞRUL](#)

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKİYE

[Dr. Petya IVANOVA](#)

Bulgarian Academy of Sciences, BULGARIA

[Dr. Sefa ACARLI](#)

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKİYE

[Dr. Sevil DEMIRCI](#)

Iskenderun Technical University, TURKİYE

[Dr. Sharif JEMAA](#)

National Council for Scientific Research, LEBANON

[Dr. Sinan MAVRUK](#)

Çukurova University, TURKİYE

[Dr. Subodha Kumar KARNA](#)

ICAR-Indian Institute of Water Management, INDIA

[Dr. Şükran Yalçın ÖZDİLEK](#)

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKİYE

[Dr. Tülay AKAYLI](#)

Istanbul University, TURKİYE

[Dr. Vahit ÇALIŞIR](#)

Iskenderun Technical University, TURKİYE

[Dr. Viktor KARAMUSHKA](#)

National University of Kyiv-Mohyla Academy,  
UKRAINE

[Dr. Yıldız BOLAT](#)

IsPARTa University of Applied Sciences, TURKİYE





## Contents

Title	Type	DOI	Pages
<b>Impact of climate change in Southeast Europe; adaptation policies, environmental and human security, and normative resolutions</b> Faruk HADŽIĆ	<i>Review</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1025195">10.51756/marlife.1025195</a>	1-15
<b>Distribution of <i>Cotylorhiza tuberculata</i> (Macri, 1778) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey)</b> Semih KALE, Deniz ACARLI	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1031346">10.51756/marlife.1031346</a>	16-22
<b>Legal regulations for the management of yachts originated wastes in marinas and "Blue Card System"</b> Yunus ÇANAK, Sedat BAŞTUĞ	<i>Review</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1030717">10.51756/marlife.1030717</a>	23-30
<b>Effect of different protein sources on protease activity of Neon tetra, <i>Paracheirodon innesi</i> (Myers, 1936) juveniles</b> İsmail ERBATUR, Kaya GÖKÇEK	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1071130">10.51756/marlife.1071130</a>	31-34
<b>Evaluation of the effects of pandemic (COVID-19) on the world fishery sector with SWOT analysis approach</b> Hüseyin Barış KAYA, Mehmet Fatih CAN	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1072565">10.51756/marlife.1072565</a>	35-45
<b>A preliminary study on the estimation of selectivity of Norwegian lobster (<i>Nephrops norvegicus</i>) using morphological characteristics in bottom trawl fishing</b> Celalettin AYDIN, Adnan TOKAÇ, Gamze AKPINAR	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1081958">10.51756/marlife.1081958</a>	46-52
<b>The effect of sediment composition and polyethylene glycol precipitation on the detection limit of H6N2 influenza virus in sediment samples</b> Muhammet Ekin AZBAZDAR, Görkem AKINCI, Erkan GÜLER, Zeynep Ahsen KOÇER	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1091169">10.51756/marlife.1091169</a>	53-62
<b>Investigation of groundwater zooplankton fauna from water wells in Yayladağ district of Hatay province in Turkey</b> Ahmet BOZKURT	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1073388">10.51756/marlife.1073388</a>	63-70
<b>A study of nutritional properties in European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole caught in Mersin Bay, North-east Mediterranean Sea</b> Ayşe ÖZYILMAZ, Dilan YAPRAK, Sevil DEMİRCİ	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1091081">10.51756/marlife.1091081</a>	71-76
<b>Effects of biofloc technology on rearing parameters of Green tiger shrimp (<i>Penaeus semisulcatus</i>) postlarvae</b> Türkan TÜFEK, Münevver Ayçe GENÇ	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1115778">10.51756/marlife.1115778</a>	77-83
<b>Impacts, awareness and management of lionfish envenomation in Turkey</b> Raziye TANRIVERDİ, Mehmet GÖKOĞLU	<i>Research Article</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1103648">10.51756/marlife.1103648</a>	84-90
<b>Alginate in usage biomedical areas</b> Sinem UĞUR, Erkan UĞURLU, Eyüp İlker SAYGILI, Önder DUYSAK, Selin SAYIN	<i>Review</i>	<a href="https://doi.org/10.51756/marlife.1084547">10.51756/marlife.1084547</a>	91-99



## Impact of climate change in Southeast Europe; adaptation policies, environmental and human security, and normative resolutions

 Faruk Hadžić<sup>1\*</sup>

\*Corresponding author: [faruk.hadzic01@gmail.com](mailto:faruk.hadzic01@gmail.com)

Received: 17.11.2021

Accepted: 12.01.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Independent researcher/scholar, Bosnia and Herzegovina

### ABSTRACT

This paper examines the impact of climate change in the Balkans on the different macro components of human and environmental security: the environmental dimension, the state's adaptation policies, and crisis management for the signified imperatives of mitigation describing impacts on different divisions offering normative resolutions. A comprehensive analysis of climate change in the Western Balkans has identified human health, security, and quality of life as highly vulnerable to natural disasters and weather changes. The agricultural sector, forestry, water management, free-flowing rivers, and Adriatic sea tourism are the ones that will suffer the most significant consequences. It is essential to follow the provisions of the Paris Agreement; climate-neutral green economies. It is required to build the necessary capacity, determining a general policy course for low-emission development resilient to climate change. As Western Balkans is the region facing a real threat posed by climate change, it is necessary to more actively promote the concepts of environmental protection, conservation of resources, and the use of renewable energy sources. At the institutional level, it is necessary to promote the concept of human security policies through laws and other acts or to incorporate it into existing ones; identify the most vulnerable sectors; make risk and vulnerability assessments, and action plans that will more actively oppose climate change. It is critical to integrate specific policies and projects into strategies, identify existing adaptation opportunities to mitigate climate change and ensure international support. Recent plans for exploiting all rivers are a critical factor of environmental and human insecurity, eradicating the European "blue heart," not correlated to the environment or hydro-energy but systemic corruption. Through joint action and approach, it is possible to limit the consequences and work on capacity building, creating a more resilient community capable of protecting its citizens by implementing human security conceptualization. Action plans are needed to build more modern defense systems to prevent further floods. Given the efficiency shown during the 2014 floods, B&H ethnopolitical authorities' actions, and the complex government, there is a high degree of ethnopolitical manipulation and inefficiency.

### Keywords

Climate change  
Southeast Europe & Western Balkans,  
Adaptation policies  
Fragility  
Human security & Environmental  
security  
Crisis management

### Introduction

The scientific recommendations of Climate Change are explicit. If we want to keep global warming below 1.5 to 2°C and avoid irreversible and catastrophic consequences for our societies, we must achieve climate neutrality by 2050 at the latest. If one carefully considers the arguments expressing climatic "skepticism," one often notices the screening of pieces of evidence while rejecting all data that do not fit the desired picture. It is not skepticism. It is a disregard for facts

and scientific evidence. In the eyes of the insufficiently aware public, climate change seems to be a distant phenomenon, affecting distant countries, which is not directly responsible for emergencies, forced migration and does not directly endanger any segment of human life. The reality is different. Measurements of the type of carbon in the atmosphere indicate that the combustion of fossil fuels dramatically increases the concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the atmosphere. In addition, satellite and surface measurements indicate that additional CO<sub>2</sub> retains heat that would otherwise go into

### Cite this article as

Hadžić, F. (2022). Impact of climate change in Southeast Europe; adaptation policies, environmental and human security, and normative resolutions. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 1-15.

space. Several heating patterns are consistent with the enhanced greenhouse effect. Thus, the structure of our atmosphere is changing. Climate change and variability are not stand-alone hazards but risk multipliers, which interact with existing and future hazards that ultimately create unprecedented situations that no one may have experienced before. In addition, many studies have shown that farmers already feel production problems related to current climate constraints and face increasing uncertainty when it comes to production. For these reasons, we need a sustainable approach to this problem to ensure agricultural production in the future.

Climate change over the years has been one of the most controversial topics globally. The Paris Agreement sets out a global climate change framework and a legally binding international treaty on climate change. It was adopted by 196 Parties, including most former Yugoslav countries, at COP 21 in Paris on 12 December 2015 and entered into force on 4 November 2016. Its goal is to limit global warming to well below 2, preferably to 1.5 degrees Celsius, compared to pre-industrial levels. In addition, countries aim to reach global peaking of greenhouse gas emissions as soon as possible to achieve a climate-neutral world by mid-century. The Paris Agreement is a landmark in the multilateral climate change process because, for the first time, a binding agreement brings all nations into a common cause to undertake ambitious efforts to combat climate change and adapt to its effects. Implementation of the Paris Agreement requires economic and social transformation based on the best available science. The Paris Agreement works on a 5-year cycle of increasingly ambitious climate action carried out by countries. By 2020, countries submit their plans for climate action known as nationally determined contributions (NDCs). In their NDCs, countries communicate actions to reduce their Greenhouse Gas emissions to reach the Paris Agreement's goals. Countries also communicate and must build resilience to adapt to the impacts of rising temperatures. (UNFCCC, 2020) In line with current climate change manifestations in Southeast Europe, countries in the Western Balkans share worrying future predictions with a- both at the UN General Assembly and in the negative tone of a recent Intergovernmental Panel report. According to experts, the United Nations Framework Convention on Climate Change (IPCC) shares the level of unpreparedness for what is yet to come in this region. (Sostaric, 2019) Climate scenarios predict an increase in the frequency of heatwaves in Southeast Europe in the coming years and decades, depending on the scenario of greenhouse gas emissions. However, the heat is only a part of the changes, and it can be said - a small part of the problem - because high temperatures will necessarily cause several extreme phenomena and weather disasters that have not been common in the Balkan area so far. In general, in the years ahead, we expect an increase in the frequency and

intensity of extreme weather and climate events in all seasons, such as an increase in precipitation, which can cause particularly torrential floods, and at the same time, more frequent and more prolonged droughts can be expected. Evaporation due to elevated air temperature is more pronounced than in winter (Pandzic, 2019). Apart from leeches, more intense floods, wind gusts, hail, and periods of drought, will also be a consequence of climate change in the Balkans. Occasional showers are not enough to improve the region's overall climate, so adjusting to new living conditions in the Balkans will become inevitable. Changes are not just happening on land; they also affect the Adriatic Sea. Sea floods are becoming more frequent, which are more pronounced due to the gradual increase of sea level. It can affect the salinization of freshwater aquifers in the coastal area, especially in the mouth of the Neretva River. Salinization destroys agricultural land in the long run. In addition, the increase in CO<sub>2</sub> emissions affects ocean acidity, which endangers the ocean biosphere, which is less known to the public, including the seas and larger lakes. The Adriatic is part of the Mediterranean, which the World Wide Fund for Nature (WWF) claims is becoming "the fastest-warming" and "saltiest" with irreversible changes in marine life, but also human life (Krajinovic, 2019).

As human security became one of the most important political issues in the mid-1990s, the environment became one of the many areas of human security along with it. Environmental change is without a doubt a matter of the human security paradigm. Concerns grew from pesticides to the impact of economic growth on air, water, and soil pollution (Collins, 2010). Human security in its modern form comes from a report on UN political processes in the mid-1990s, notably a 1994 report by the United Nations Development Program (UNDP). Here, human security is defined as a condition in which people are freed from the traumas that burden their development. It means security from chronic threats such as hunger, disease, or repression and protection from sudden disturbances of everyday life. Consequently, the first major global summit on environmental issues was the United Nations Conference on the Environment (UNCHE), held in Stockholm in 1972. This event stimulated various research, meetings, remarks, and possibilities of limiting economic development. Unfortunately, Western Balkan states have not yet recognized the importance of environmental security as part of the national security system and legislation. Although there is strong evidence of the genesis, manifestation, and consequences, some scientists and authors deny the view that they violate and negatively affect human security. Thus, Walt (1991) believes that spreading the concept of security, which would include threats such as poverty, AIDS, natural disasters, would lead to excessive stretching of the concept of security, and thus everything would become a threat and make it

difficult to make decisions significant problems (Baysal, 2017). Other primary opponents, representatives of the Copenhagen School of Security, believe that climate change is being securitized, which, following the logic of security, would have problematic consequences such as the militarization of the problem and the legitimization of undemocratic decisions (Trobletta, 2009).

Despite skeptical views that climate change should not be perceived as a security problem, some authors point out that we need to understand that the speed and scale of climate change and the way it affects our habitats, food, and water resources can very quickly undermine economic and political stability in many regions of the world in the coming years. By doing so, climate change will act as a threat booster and make existing problems such as water and food shortages more complex and challenging to solve (Brown et al., 2009). Climate change can affect some or all of the factors at once. States of acute threats such as famine, conflict, and socio-political instability are almost always caused by the interaction of several factors. For many populations and communities that are socially marginalized and with insufficient natural resources, human security will continue to be progressively threatened as these climate changes take hold. Some of these effects are immediately visible and occur very quickly, such as situations where typhoons destroy entire settlements and communities in seconds; Others take place gradually, so drought leads to crop destruction and leaves people without food and income, which further leads to changes in demographics and creates forced migrations and increased urbanization. (FAO, 2021) Countries, in general, do not consider climate change as a natural security threat. It is not the issue that countries historically have been comfortable or have perceived. The issue of climate change as a security threat was not prevailing, and the linkages were more insubstantial in the early stages of international discussions on climate change. Climate change is a multiple threat because of its potential to aggravate many of the present challenges already being faced in some countries, such as infectious disease, terrorism, and conflict over scarce resources. In addition, it can contribute to instability, displacement, migration, worsen existing conflicts and threaten international security. Climate change affects human security, and global temperatures continue to rise globally. The threat to human security will increase correspondingly. Rising sea levels will lead to more coastal erosion, flooding during storms, enduring inundation, and severe stress on natural ecosystems like forests and wetlands.

Adaptation to climate change means "anticipating the negative effects of climate change and taking appropriate measures to prevent or minimize damage which they can cause or take advantage can occur." (EU Commission, 2021). The primary goal of adaptation

is to reduce the climate vulnerability of specific areas, economic sectors, and populations. Well-planned and early adjustment measures have been shown to save money and lives later. Measures adaptations may include, for example, investment in infrastructure to ensure protection against natural disasters, the development of effective resource management systems, the strengthening of social protection systems, or the implementation of appropriate measures prevention (e.g., investing in firefighting equipment). Adaptation to climate change differs from climate change mitigation, which aims to reduce emissions into the atmosphere and reduce the current concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Moreover, increasing abyssees (e.g., expanding forests to remove more significant amounts of CO<sub>2</sub> from the atmosphere). Examples of mitigation measures are increased use of renewable energy sources, application of new technologies such as electric cars, or changes in practices or behaviors (less frequent use of vehicles or change of diet) (UNFCCC, 2009). Thus, mitigation addresses the causes of climate change, and adaptation addresses the impact of climate change. Therefore, reducing greenhouse gas emissions is the top priority of the states.

Nevertheless, while many countries work on proposals and regulations to reduce carbon emissions, the consequences of climate change are becoming a reality. The increase in temperature is accompanied by extreme weather events such as floods, droughts, and wildfires, which become more intense and frequent over time. Climate change and other forms of environmental degradation already have caused net adverse effects on jobs and labor productivity, and these effects are expected to be even more pronounced in the coming decades. Although they affect the whole European economy, some are considered economic sectors, particularly at risk. It is primarily an issue in sectors that are heavily dependent on natural resources, such as which are, for example, agriculture and forestry, but not only they. Rising sea levels, ocean acidification, and changes in ocean temperatures will limit biodiversity and change the distribution and productivity of fisheries. Natural disasters are sure to disrupt sectors such as energy and water supply, construction, transport, and tourism, destroy critical infrastructure and endanger lives, put additional pressure on emergency and rescue services, the health sector, and other public services. At the same time, the adaptation policies require significant financial support. For example, between 1980 and 2011, floods killed more than 2,500 people in Europe, damaged more than 5.5 million, and caused direct economic losses of more than 90 billion euros. The minimum cost of adapting to climate change in 2020 is projected to be € 100 billion, and in 2050 it will be € 250 billion per year for the entire European Union. (European Trade Union Confederation, 2020)



The Western Balkans is an area rich in rivers and lakes. Apart from representing natural beauties, they are also essential biotopes. However, authorities are giving many investors permits to build hydroelectric plants. Rivers are therefore dying out. Environmental groups have counted 1,004 hydroelectric power plants from Slovenia to Greece today, 200 of which are being built, and the final plan is to build about 3,000 such power plants. As many as two-thirds are planned to be built in protected areas, including national parks. The most extreme example is the Valbona National Park in Albania, whose authorities intend to build dams on the Vjosa River, declared an ecological pearl. Mavrovo National Park is the target in Macedonia, with 20 smaller hydropower plants planned. Along with the devastation of the environment, this would probably lead to the destruction of the lynx habitat, a wild cat that was almost extinct on the European continent, and only a few dozen of these animals managed to survive in the Mavrovo area. The hydroelectric power plants or dams that would block riverbeds threaten many fish species. For example, it is estimated that at least two-thirds of the population of Danube salmon or juveniles will disappear if 93 power plants are built on the rivers of the Sava River Basin, as currently planned. (Schwaderer, 2018)

"Rivers in the Balkans are fascinating," says Ulrich Eichelmann, the director of the International river protection organization RiverWatch. "You cannot compare them to rivers elsewhere because they are untouched, from wild rivers in Albania, across the Sava with extensive floodplain forests, to waterfalls and crystal clear streams. The river flows from Slovenia to Greece is a unique natural resource that has not yet been destroyed. However, ecological systems are collapsing, and experts warn that there will be less water and more sun due to the already existing climate changes. When it comes to renewables, the Balkans continue to focus on - hydropower. The hydro-lobby is the oldest and most networked energy lobby globally. Corruption is a significant problem in the Balkans and is challenging to prove. (Eichelmann, 2019) Nevertheless, in a letter to Nature magazine, a group of three scientists recently warned of the dangers of small dams on rivers and called for the preservation of rivers - especially those in the Balkans, which ongoing interventions have not yet damaged. In countries in transition, such as the Balkans, concessions for constructing and using mini-hydropower plants are not "pure business." They endanger water quality areas - some species are disappearing, and others are coming, very often harmful. Also, the destruction of landscapes in the construction of mini-hydropower plants does not stop only at the water - the forest is cut down they work faster and practically bring a net profit to the owner, with inconceivably low risk, which is why there are more and more initiatives to build them. (Leaniz et al., 2019)

Floods may not be the most common natural disaster in the field of hydrometeorological hazards that damage material goods and endanger human lives. However, they certainly endanger social communities and leave the most significant consequences on the broader area, often causing secondary troubles, such as diseases and potential epidemics of infectious diseases. Moreover, it directly causes the loss of human lives. In addition, they have a negative long-term effect on agricultural activity and thus on the economy of the state union. In mid-May 2014, in the northern, eastern, and central parts of Bosnia and Herzegovina (B&H), Croatia and Serbia were the most damaging floods in 120 years. The damage in B&H is three times greater than in Croatia and Serbia combined. One million people were displaced, a third of the economy of B&H was destroyed. The natural disaster affected a quarter of the country's territory and about a million people, approximately 30% of B&H's total 3.5-3.8 million inhabitants. The floods brought enormous devastation to the country, which is still recovering from the effects of the 1992-1995 war, where many people suffer from a perpetual deficit, unemployment, and constant political instability. The total estimated economic damage amounts to more than four billion convertible marks (KM) or 15% of B&H's total gross domestic product in 2014. Heavy rains have caused numerous rivers to overflow their banks, devastating more than 100,000 individual homes and buildings, more than 230 schools, and health facilities and causing enormous damage to farms. (UNDP, 2015) Numerous industrial facilities, traffic infrastructure, were also destroyed. It is a well-established practice in most developed democracies that each state assumes responsibility for the care of victims and timely assistance in emergencies on its territory.

In 2014, this approach was highly questionable during the Western Balkans Floods, particularly in B&H. Political reasons and inter/ethnic hybrid wars can not form the basis for the lack of coordination and integrated approach to crisis management and human security in B&H. (Centri Civilnih Inicijativa, 2014) Post-war Western Balkan, i.e., former Yugoslav countries (presently seven states), are still a politically fragile region, lacking cooperation instruments rooted in ethnonationalism. Western Balkan countries have an issue of deep divisions, which cause major political issues. National divided and contentious political affairs, i.e., disunited ethnopolitics, can challenge human security, environmental security, crisis management, and adaptation policies related to the European Union (EU). Opposing and contending assemblages tend to assume an exclusionary "victor" or status quo procedure, particularly in B&H. These issues include the control of state power, regional geopolitics, cooperation, allocation of resources, and national identity. B&H is the most complex Balkan country; many state subjects are vigorously Constitutionally and

ideologically contested, intrincating ethnic, religious, and regional divisions. Consequently, issues that raise the most issues are those regarded essential for the state's sovereignty and existence. B&H, as the most intricate multicultural country of the region, has one of the world's most complex governments and three constituent peoples, Bosniaks, Bosnian Croats, Bosnian Serbs, and unconstitutional "Others." Within the sociopolitical, legislative, and security framework, the "protecting the national interest" paradigm occurs within the (ethnoreligious) political structures. Consequently, it often paralyzes the country. The protection of the national interest (ethnoreligious) of the political structures in the western Balkans, i.e., B&H, is like a non-aggression pact, like a social contract based on Hobbes' model. No one renounces their right to self-preservation but renounces the right to interfere in and prevent others from self-preservation. However, unlike Hobbes' theory, each group is a hostage to the others to protect their national interest (Hadžić, 2021). Like many other issues in B&H, climate change and crisis management in B&H are primarily ethnopolitical issues. It directly affects observed phenomena.

Considering that post-war B&H has one of the most complex constitutional structures, planning and financing in civil emergencies are characterized by a slightly different form of organization and management of this sector. The complexity of the constitutional structure of B&H results in the existence of several similar laws that define the same area but relate to different levels of government. At the very beginning of the analysis of the legislative framework, we must indicate the following: B&H is a state consisting of two entities - the Federation of Bosnia and Herzegovina (Federation of B&H) and the Republika Srpska (RS), and the Brčko District (DB). The federal state of B&H, the complex structure of two entities and one district, the ethnoreligious division, EU and NATO integration, is complicated. At the same time, in B&H, the entities have increased the possibilities of monopoly and power over the territory. B&H ethnonational policies are policies of endangerment within vital national interests. However, unlike Hobbes' theory, each ethnopolitical collectivity is a captive to the other two dominant ethnoreligious parties to protect their national interest. As a national collective's notion of its position, vulnerability closely corresponds to the antagonism that should be understood in society as an inevitable fact, but in political terms, it means the destruction of the political. It implies the totalization of exclusivity, which abolishes politics as the art of balancing between inclusion and exclusion, opening and closing, which is only one of the views of the notion of justice. The war of the 1990s was territorialized but delocalized; today, we have a similar pattern. (Hadžić, 2021) Consequently, civil emergency planning is primarily the responsibility of state institutions, and it is common practice for funds

earmarked for this purpose to also be under the control of those institutions. Like many other issues in B&H, water management issues in B&H are primarily political issues. (Centri Civilnih Inicijativa, 2014) Therefore, the existing administrative-institutional structure of the water sector in B&H fully reflects the existing administrative-political structure of B&H. Coordinating activities and activities of international cooperation are within the competence of the state, and those crucial for the human security and living standards of B&H citizens, operational activities related to water management in B&H are the responsibility of the entities and the Brcko District (BD B&H). The climate change in B&H will have consequences for all spheres of society and almost all economic branches, and climate variations are already directly affecting the country. (Sostaric, 2019)

Southeast Europe has various relief, forest, and water resources and numerous species that inhabit them. It is estimated that there will be significant changes in grasslands, coastal habitats, and forest ecosystems in response to changes in the amount and seasonal distribution of precipitation. As climate zones change, some species will adjust their geographical range, while others will not keep up with climate change and will decline. (Institut za gradevinarstvo, 2021) Forests, one of the primary natural resources in Serbia, cover over 32 percent of the territory and are expected to change their composition, structure, and distribution in response to changes in temperature and precipitation. Elevated temperatures combined with more frequent and intense droughts can also increase the risk of forest fires. It directly affects a safe and healthy environment, thus jeopardizing another dimension of human security (Rankovic et al., 2016). Western Balkans and B&H are particularly vulnerable to climate change due to their geographical position, the economic importance of the agriculture and forestry sectors, and their limited capacity to adapt to climate change. Over the past decades, summer temperatures have risen by 1.2 0 C in some places, and precipitation regimes have changed. A change in temperature of 1.2 0 C may seem unimportant, but a drop in temperature of 1 0 C caused the European Little Ice Age in 15-17. century. Changing these proportions can have significant impacts. The adverse effects of climate change are already visible in B&H, although it contributes little to the causes of climate change. Emissions per capita are just over half of the European Union average: 5.18 tonnes of carbon dioxide equivalent per capita (CO<sub>2</sub> eq/capita) per year in 2008, compared to the European Union average of 9,93 tons of CO<sub>2</sub> eq/capita. However, if a comparison is made concerning relative wealth, emissions in B&H are almost four times higher than in the European Union. (Radusin et al., 2013)

Effective implementation of the Climate Change

Adaptation Strategy requires more financial resources than those currently available in Western Balkans countries, particularly B&H. Additional resources will need to be provided to enable the late implementation of this Strategy and related programs and plans. Funding should be sought from financing agencies and the private sector regarding infrastructure investments and the benefits of business opportunities some of the climate change adaptation measures offer. It is necessary to emphasize the possibilities of financing, public-private partnership, and economic activity of social enterprises. Innovative partnerships must develop with multilateral financial agencies and their development assistance options in the context of developing resilience to climate change. Measures envisaged in the framework of climate change adaptation could offer business opportunities for B&H. They are not just a requirement for donor assistance and loans. Co-financing arrangements will be required from major donors and, for example, the Green Climate Fund (GCF) (Radusin et al., 2013).

All these effects of climate change on health security, economic, food security, and a healthy environment compromise the security of the individual because they are often deprived of some of them. Moreover, if more than one individual is affected, we cannot talk about community security. Finally, if the states cannot ensure that their individuals live in a healthy environment, have access to resources, a secure supply of food, their economic needs are met, and adequate health care is provided, then the security of these individuals is threatened. The Strategy of adaptation to climate change, including negligible for this region, low-emission development, is the first step to establishing a feedback-based management process. However, there is insufficient data, and domestic capacities are mainly limited to NGOs. Climate change refers to strategic, long-term, centralized, globally level issues with defined goals and vision solutions. Although the intensity and direction of climate change are questionable and the subject of numerous debates, there is still agreement that something is happening that requires a specific action, both individual and company, and government. Some Western Balkan countries, i.e., B&H, has strategic and action plans in most cases created under pressure from the international community; however, they are often unrealized and dysfunctional. Moreover, the joint Strategy of Western Balkans countries is an initial step designed to consolidate political support for resilience to climate change. Gathered by many external reports, Western Balkans lack awareness of the importance of climate change and financial and professional human resources to deal with the consequences of these changes.

This paper examines the impact of climate change in the Balkans on the different macro components of

human and environmental security: the environmental dimension, the state's adaptation policies, and crisis management for the signified imperatives of mitigation describing impacts on different divisions offering normative resolutions. A new framework, discourse, and thinking about security threats is required, as a poor security policy over the environment and nature can cause many instabilities. The general impression is that environmental security is still not sufficiently affirmed but not precisely defined. This fact leaves room for further research and efforts of the academic and professional community in the new field of security.

### **A Review-of-Literature or methodology**

A Review-of-Literature more specifically synthesizes information from a variety of significant sources related to the major point of the paper. The paper is based on secondary data analysis, current literature review, and theoretical and legislative discussion within additional consideration of the massive floods and 2014 Balkan crises. By presenting and analyzing climate change conditions and policies in Southeast Europe, i.e., the Western Balkans, for the signified imperatives of mitigation, adaptation policies, environmental and human security, and crisis management, the paper describes impacts on different divisions and offers normative resolutions. Furthermore, the paper presents insight into the impacts and consequences of climate applications in the Balkans for the frameworks most exposed to these changes.

### **Theory/calculation**

If one carefully considers the arguments expressing climatic "skepticism," one often notices the screening of pieces of evidence while rejecting all data that do not fit the desired picture. It is not skepticism. It is a disregard for facts and scientific evidence. In the eyes of the insufficiently aware public, climate change seems to be a distant phenomenon, affecting distant countries, which is not directly responsible for emergencies, forced migration and does not directly endanger any segment of human life. The reality is different. Measurements of the type of carbon in the atmosphere indicate that the combustion of fossil fuels dramatically increases the concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the atmosphere. Although there is strong evidence of the genesis, manifestation, and consequences, some scientists and authors deny the view that they violate and negatively affect human security.

A new framework, discourse, and thinking about security threats is required, as a poor security policy over the environment and nature can cause many instabilities. The general impression is that environmental security is still not sufficiently affirmed but not precisely defined. This fact leaves room for further research and efforts of the

academic and professional community in the new field of security. Thus, Walt (1991) believes that spreading the concept of security, which would include threats such as poverty, AIDS, natural disasters, would lead to excessive stretching of the concept of security, and thus everything would become a threat and make it difficult to make decisions significant problems (Baysal, 2017). Despite skeptical views that climate change should not be perceived as a security problem, Brown points out that we need to understand that the speed and scale of climate change and the way it affects our habitats, food, and water resources can very quickly undermine economic and political stability in many regions of the world in the coming years. By doing so, climate change will act as a threat booster and make existing problems such as water and food shortages more complex and challenging to solve. Moreover, climate change can affect some or all factors at once. In the UNDP report, seven related elements of human security can be identified: economic security, food security, health security, environmental security, personal security, social security, and political security (Collins, 2010). Countries, in general, do not consider climate change as a natural security threat. It is not the issue that countries historically have been comfortable or have perceived. The issue of climate change as a security threat was not prevailing, and the linkages were more insubstantial in the early stages of international discussions on climate change. Human security is a broad phenomenon that is jeopardized by prolonged crises, conflicts, natural disasters, epidemics, underdevelopment, and socio-economic fragility.

States of acute threats such as famine, conflict, and socio-political instability are almost always caused by the interaction of several factors. For many populations and communities that are socially marginalized and with insufficient natural resources, human security will continue to be progressively threatened as these climate changes take hold. Southeast Europe is profoundly vulnerable. The literature lists many adaptation measures and practices, depending on the form (technical, financial, management), scale (global, regional, local), and participants (farmers, government, private sector). For example, the climate change Adaptation policies reduce the vulnerability of specific regions, human security, and economic sectors to climate change. As a result, the benefits of adaptation policies are more significant than the financial sector, i.e., outweigh their costs.

Western Balkan countries have an issue of deep divisions, which cause major political issues. National divided and contentious political affairs, i.e., disunited ethnopolitics, can challenge human security, environmental security, crisis management, and adaptation policies related to the European Union (EU). Opposing and contending

assemblages tend to assume an exclusionary "victor" or status quo procedure, particularly in B&H. These issues include the control of state power, regional geopolitics, cooperation, allocation of resources, and national identity. B&H is the most complex Balkan country; many state subjects are vigorously Constitutionally and ideologically contested, intrincating ethnic, religious, and regional divisions. The cessation of the threat is the end of the collective, and members return to a natural state that now corresponds to Rousseau's preoccupation with himself and indifference to other members of the same collective, which leaves the elites unlimited space to act in self-interest. The protection of the national interest (ethnoreligious) of the political structures in the western Balkans, i.e., B&H, is like a non-aggression pact, like a social contract based on Hobbes' model. No one renounces their right to self-preservation but renounces the right to interfere in and prevent others from self-preservation. However, unlike Hobbes' theory, each group is a hostage to the others to protect their national interest (Hadžić, 2021). Like many other issues in B&H, climate change and crisis management in B&H are primarily ethnopolitical issues. It directly affects observed phenomena.

### Abbreviations

SEE-Southeast Europe

B&H-Bosnia and Herzegovina

FB&H-Federation of Bosnia and Herzegovina

RS-Republic of Srpska

BD B&H-Brčko District of Bosnia and Herzegovina

EU-European Union

USAID-United States Development Agency

WWF-World Wide Fund for Nature

### Results and Discussion

Human security is a broad phenomenon that is jeopardized by prolonged crises, conflicts, natural disasters, epidemics, underdevelopment, and socio-economic fragility. Climate change can cause current insecurity, such as hunger, conflict, and socio-political instability, and almost always occur with multiple factors. For many socially marginalized populations, dependent on natural resources and having limited assets, human security will progressively be undermined as the climate changes. These consequences are reflected in reducing food quality, soil erosion and degradation, the spread of wildfires, degradation and disappearance of forest resources, insufficient amounts of drinking water, and finally, health consequences - heatstroke, the spread of vector, and infectious diseases (The Intergovernmental



Panel on Climate Change IPCC, 2021).

In addition to the direct consequences climate change has caused, they also bring challenges to control infectious diseases. By problematizing climate scenarios, changes can be expected in the prevalence and increase in the frequency of vector-borne infectious diseases (malaria, dengue fever, West Nile virus) and the spread of water-borne infectious diseases (cholera and diarrhea). In addition to the most apparent effects of health problems and the emergence of infectious diseases, climate change also directly affects the economic sector. Climate change is slowing economic growth by causing changes in ecosystems and resource availability. It further affects economic growth through supply-demand relations, then in terms of damage or increased investment in infrastructure, and finally, reduces the possibility of creating new jobs. All of the above harms the economy and the economy of the country and directly harms human security. The agricultural sector is directly affected by weather conditions, and if those conditions are unfavorable, it will negatively affect crops, which is further reflected in reduced yields and further in reduced export capacities. A report created by the United States Development Agency (USAID) from 2017, which refers to climate risks, predicts that reducing temperature and precipitation will affect the cereal crops that dominate B&H agriculture. Maize production could fall by as much as 58 percent due to reduced rainfall and higher temperatures during the summer. The increase in temperature has already led to increased fungal diseases and pests that reduce crop production. (USAID, 2017). Food security also builds on agricultural production and is evident in how they are linked: from shortening the production season, lack of irrigation water, loss of fertile soil due to desertification or floods, to problems in supply chains. (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food Annual Report, 2018) With the growth of humanity, the consumption of clean water is growing, and increasing amounts of wastewater polluted with various organic and inorganic substances are being created. Water is a highly endangered medium through pollution and pollution. All human activities affect water ecosystems and can endanger freshwater resources, i.e., the quantity and quality of drinking water. In order to actively protect water from pollution, it is necessary to manage water quality, i.e., to monitor water pollution and investigate, plan and eliminate the causes of water pollution.

Climate change threatens human security because it disrupts housing, livelihoods, threatens culture and individuality, increases migration that people would rather avoid, and can undermine the ability of the state apparatus to provide the conditions necessary for human security. The circumstances that served to open the perceptions of both state institutions and the entire

public and show what problems we will face soon were the catastrophic floods in the Western Balkans and B&H in 2014. Floods in the Western Balkans and B&H can occur throughout the year and peak in the spring when high precipitation and melting snow from the mountains. Complete list of hydrometeorological hazards in B&H and identified risks are Heavy rainfall, hail, High snow and snowdrifts, and Drought. Identified Landslides hazards in B&H are Landslide Suljakovići-Maglaj, Landslide Mala Broda-Zenica, Landslide Bogatići-Trnovo, Landslide Čemerno-Gacko, Landslide Lopare, and Landslide Zvornik. Besides Croatia, there is a risk of fires in B&H: in the karst area near the settlement, in the karst area in the uninhabited area, in the sub-Mediterranean area, of endangered - protected tree species (Monika), High protective forest fires values, in seed stands, nurseries, and seed trees, in areas exposed to solid erosions, in natural forests on large surfaces, Fires in high forests, in coppice forests, on bare forest land, Fires on meadows-pastures, arable land, (Agricultural fires land), Fires in cultures, Forest fires in the border area, Fires in private forests (Vijeće Ministara B&H, 2011). The 2014 floods damaged flood protection infrastructure (mostly embankments). Moreover, it failed to prevent floods due to underground erosion beneath their foundations. The consequences of the floods, except in the most affected municipalities and cities, were felt throughout the country. From the harmful impact on the environment, health, and human lives, through the enormous economic consequences, all citizens have experienced adverse effects. Floods take special care and place when assessing the vulnerability of each country. The leading causes of floods are undoubtedly long and intense periods of precipitation, and in the spring, they can be caused by the sudden melting of snow, while indirectly they can be the result of earthquakes, bursting dams on reservoirs, and similar hazardous situations of other nature. Changes in the precipitation regime certainly create the conditions for their occurrence. According to the latest analysis, intense precipitation is more frequent with large amounts of water sediment. For example, in a B&H city, Banja Luka, on August 29, 2009, 102 l/m<sup>2</sup> of rain fell in half an hour), increased precipitation in a series of three or more days, related mainly to the Genoa cyclones in the autumn rainy season, which torrential streams cannot receive and cause floods. (Vijeće Ministara B&H, 2011)

B&H is a sovereign state with a decentralized political and administrative structure within the constitutional construction. B&H consists of 142 municipalities, of which 79 are in the Federation of Bosnia and Herzegovina (FB&H) and 63 in the Republika Srpska (RS) entities. The management of the B&H health care system is decentralized to the level of the two entities and the Brčko District. At the same time, the health of the B&H citizens is endangered by the consequences of the war

and by socio-economic circumstances, unemployment, migration, large numbers of displaced persons, lack of health insurance, and unhealthy lifestyles. In addition, road accidents, physical disabilities, and mental illness are major public health problems. (Vijeće Ministara B&H, 2011) All Western Balkan countries have significant issues with corruption. Although B&H as a state has long been taken over by corruption, it has been for an extended period classified amongst captive states according to Transparency International. All Western Balkan countries have significant issues with corruption. Although B&H as a state has long been taken over by corruption, it has been for an extended period classified amongst captive states according to Transparency International. "B&H is one of the countries in which corruption is rapidly worsening, its citizens exposed to life-threatening conditions" (Transparency International B&H, 2021).

The state as a whole has shown unwillingness and lack of resources to deal with the emergency (Centri Civilnih Inicijativa, 2014). Without the help of the international community, civic solidarity, and humanity, it is questionable whether the state would guarantee the security of its citizens. Nature showed in May 2014 that it does not recognize any administrative boundaries, and rivers have mercilessly overflowed in both the Republika Srpska (RS) and the Federation of B&H (FB&H). The B&H citizens did not regard which side of the entity border to flee to save lives and material goods. Citizens turned to each other when it was most needed, and in those moments, all administrative boundaries, national tensions, was erased. For example, only in B&H was it easier to declare three states of emergency, in the Republika Srpska (RS), in the Federation of B&H (FB&H), and the Brčko District (BD B&H), instead of the so-called coordination team at the Ministry of Security submitted a request for a state of emergency at the state level. We cannot escape the impression that specific centers of power also saw a danger of the potential possibility of strengthening the power of the state and state institutions and weakening the entity ones. According to the Framework Law on Protection and Rescue of People and Material Goods from Natural and Other Disasters in B&H, the B&H Council of Ministers was formed by the Coordination Body of Bosnia and Herzegovina, consisting of representatives of:

1. B&H Council of Ministers - (nine members),
2. Republika Srpska Government - (five members),
3. Government of the Federation of Bosnia and Herzegovina - (five members), and
4. The Government of the Brčko District - (two members)

No coherent value system would impose itself as general for the collective members and be subject to preservation through legislation. The cessation of the threat is the end of the collective, and members return to a natural state that now corresponds to Rousseau's preoccupation with himself and indifference to other members of the same collective, which leaves the elites unlimited space to act in self-interest. The protection of the vital national (ethnoreligious) interest of the political structures in the western Balkans, i.e., B&H, is like a non-aggression pact, like a social contract based on Hobbes' model. No one renounces their right to self-preservation but renounces the right to interfere in and prevent others from self-preservation. However, unlike Hobbes' theory, each group is a hostage to the others to protect their national interest (Hadžić, 2021). It directly affects observed phenomena. The fact is that the floods and landslides in B&H in 2014 took many human lives. In addition, the financial damage is estimated at almost 4 billion KM (Bosnian convertible mark). The data reflect the final assessment of the damage suffered by domestic institutions and experts of the international community. However, the political elites of entities could not agree on a "national grief day." Therefore, the state of B&H as a whole did not signify during the crisis. For example, the Council of Ministers, the government of B&H, held an extraordinary session only six days after the floods began. The Council did not declare a state of emergency at the level of B&H. However, political reasons and inter/ethnic hybrid wars can not form the basis for the lack of coordination and integrated approach to crisis management and human security. As a result, the study "Floods in B&H - Natural disasters and institutional inefficiency" stated, "we express-open fears that B&H could face the aforementioned worse scenario and a much slower economic recovery (Centri Civilnih Inicijativa, 2014).

For the whole region, the duration of droughts, the frequency of floods from torrents, and the intensity of soil erosion over the next century are expected to increase. In addition, an increase in the frequency of hail, storms, thunderstorms, and maximum wind speeds is expected, which can pose a threat to all forms of human activity and certainly to agriculture (Custovic et al., 2015). Without the help of the international community, civic solidarity, and humanity, it is questionable whether the state would guarantee the security of its citizens. So what do human security and climate change have to do with each other? Human security is achieved when individuals and communities have the solutions necessary to end, diminish or adapt to threats to their human, social, and healthy environmental rights; or when they have the capacity and freedom to practice potential responses to threats and to participate in acquiring the necessary knowledge to do so actively (GECHS, 2013).

Globally, the Intergovernmental Panel on Climate Change addressed security for the first time in a 2015 report, including them in the human security subsection. The report states that climate change will increase the forced migration of people due to a lack of natural resources and extreme weather conditions, both in rural and urban regions and especially in developing countries. Climate change can indirectly increase the risk of armed conflict, civil wars, and intergroup violence by exacerbating poverty and causing economic shocks (McKim, 2015). It is evident that B&H citizens, having in mind the experiences from the past, do not have sufficient capacity to face the consequences successfully. The National Council prepared vulnerability assessments for the hydrology and water resources, forestry, agriculture, and health sectors and confirmed that these sectors were affected by the changed climatic conditions. However, nowhere is it explicitly stated that climate change harms human security, nor is there a strategy to address these adverse effects. In addition to drowning, the indirect danger during floods is the potential contamination of surface and groundwater and surrounding lands with hazardous substances and wastewater. Human health is generally very dependent on weather conditions, but the diseases that are expected to have the most pronounced impact on climate change are:

- asthma, respiratory allergies, and diseases of the respiratory system;
- malignant diseases;
- vascular diseases;
- diet and foodborne illness, heat stress-dependent illness and mortality;
- mental health disorders and stress-induced disorders, neurological disorders, vector-borne diseases, and zoonoses;
- water-borne diseases (Aberle et al., 2012).

Gabriel Schwaderer from the EuroNatur Foundation reminded that his organization, together with River Watch, launched a campaign to preserve the "blue heart" of Europe six years ago, as they described the rivers that exist in the Balkan part of the European continent and have mainly been spared on the hydroelectric power plant. The hydro-morphological potential of the area from Slovenia and Greece is estimated at 35 thousand kilometers in large rivers alone. Schwaderer estimates that about 1,500 kilometers of these rivers have been "attacked" by various projects in the past six to seven years, but most of the river's treasures are still intact, so there is a chance that it will be preserved if it is preserved it reacts decisively (Schwaderer, 2018). The only question is to what extent certain circles in the Western Balkans are aware of risks. Because they are

on the best path to sacrifice this wealth-in the name of "clean and renewable energy" and harmonization with EU standards, it is planned to build about 3,000 new dams on Balkan rivers, and in Serbia alone, 856 sites have been identified hydropower plants up to 10 MW. If we examine the context of the Balkan river, a mix of traditional networks within corruption activities has been created. Building a large or small dam takes a lot of concrete and construction work. It usually involves the construction of access roads, tunnels, water mains. It is an expensive job where it is hard to keep track of actual costs. Albania is one of the examples where most concessions for hydropower were issued in the election year. Hydropower plants are given a gift to someone who supported them during the election campaign. It is like giving millions in money. As a result, small-capacity hydropower plants are springing up in the region without order, and river ecosystems are dying, causing artificial floods and endangering human health due to impaired natural groundwater filtration. Hydro-lobbies are well connected with politics, so it was in Tito's Yugoslavia. It already traditionally includes investors, hydro companies, turbine companies, large banks, construction companies (Eichelmann, 2019).

In the global framework, it is to be expected that the probability of occurrence of the most extreme events changes significantly, which can affect performance banks and insurance companies. Furthermore, the manufacturing sector and industry are also exposed, mainly through the spillover effect from those most vulnerable sectors. Adjustment produces positive effects on the economy but also employment. It specifically contributes to the preservation of existing jobs by maintaining the viability and resilience of existing companies. Furthermore, many measures will conveniences require significant investment, which, in turn, can stimulate demand for labor (European Trade Union Confederation, 2020).

A report created by the United States Development Agency (USAID) from 2017, which refers to climate risks, predicts that reducing temperature and precipitation will affect the cereal crops that dominate B&H agriculture. (USAID, 2017) If we use the EH5OM 2 global model, the temperature in B&H increased from 0.7 to 1.6°C between 1 and 2°C along the south coast and between 2 and 3° C in the interior. The highest increases will occur in the summer in the internal areas (Aberle et al., 2012). When we consider precipitation, the result will be a drier climate during the summer (June-August). Precipitation is expected to decrease by 50-100 mm (up to 10%). Seasonally, the most significant effects are expected in the fall, with the level of precipitation falling significantly by up to 25%. Changes in the precipitation regime will also be reflected in the time of occurrence, frequency, and intensity of extreme events-high waters and



droughts. It means increased evapotranspiration and more pronounced extreme minima in the watercourse regime (Custovic et al., 2015).

On the other hand, more frequent precipitation of highly high intensity will cause sudden swelling, often in the form of floods. All this will lead to an even more pronounced intra-annual unevenness of water runoff in B&H. Thus, on the one hand, the availability of water resources will generally decrease in the growing season when water needs are most remarkable, and on the other hand, the risk of floods will be more pronounced. Therefore, B&H is very vulnerable to climate change because it is susceptible to these threats and will be significantly more exposed because the economic role of climate-sensitive sectors, such as agriculture and forestry, has a significant secondary impact. According to the World Wide Fund for Nature (2012) report, in the whole of Serbia in the last 50 years, the average annual temperature has been up to 0.04°C per year. In some areas in the east and southeast of the country, a negative trend of -0.05°C per year. The most considerable increase in temperature is in the autumn. (World Wide Fund of Nature WWF, 2012) B&H has various relief, forest, and water resources and numerous species that inhabit them. It is estimated that there will be significant changes in grasslands, coastal habitats, and forest ecosystems in response to changes in the amount and seasonal distribution of precipitation. In addition, as climate zones change, some species will adjust their geographical range, while others will not keep up with climate change and will decline (Institut za Gradevinarstvo, 2021). In the last 130 years, from 2001 to 2019, at least one record was recorded per month. The consequences are becoming more visible. Climate norms in B&H are changing with increasingly visible consequences. Agriculture is particularly affected (Krajinovic, 2019). Increasingly frequent droughts and floods have caused significant damage in the agricultural sector, from which it is not easy to recover. Prolongation of the vegetation period due to the increase of winter and early spring temperatures leads to a greater possibility of developing diseases and pests. Plant pathogens, pests, and weeds are significant segments affected by future climate change. Climate change will require changes in technology, such as irrigation, and currently, he says, less than one percent of agricultural land is irrigated. All this will increase the incidence of bacteria whose treatment can increase production costs, thus affecting energy efficiency and emissions of greenhouse gases. The impact on biodiversity, habitat reduction, and thus endangerment of plant species and communities is visible. The geomorphological structure of the terrain of B&H is very complex, and the relief as the primary modifier with vegetation determines the microclimatic conditions of each field or river valley. Heatwaves, droughts, intense rainfall, and stormy winds occur. In the last ten years, B&H has faced several special extreme

episodes that have caused enormous damage, including human casualties. The most significant was the drought in 2012 and the floods in 2014 (Krajinovic, 2019). Projected changes in precipitation volume and distribution (spatial and seasonal), combined with increases in temperature and evaporation rates, are likely to cause more extreme events (floods and droughts) and lead to a shortage of water available during the summer months, especially in the Mediterranean area and Herzegovina (the most challenging situation will be in the limestone karst areas). Approaches to adapting to climate change are currently limited due to a lack of reliable data, a situation that needs to be addressed urgently. Infrastructure improvements (flood protection and water storage infrastructure) are needed and mechanisms to better manage water supply and distribution (Radusin et al., 2013).

There is a positive trend of precipitation in most parts of the territory in Serbia, while there has been a decrease in Serbia's eastern and southeastern parts. Therefore, according to the A1B1 3 temperature rise scenario projections, relatively consistent growth is expected throughout the territory, with a somewhat more pronounced positive trend in the east along the Danube and in the southwest. It is similar to precipitation. A milder negative trend is expected in the north of the Vojvodina region and some southeastern and eastern areas. In addition to the impact on the economy, changes in biodiversity are expected (Rankovic et al., 2016). Forests, one of the primary natural resources in Serbia, cover over 32 percent of the territory and are expected to change their composition, structure, and distribution in response to changes in temperature and precipitation. Elevated temperatures combined with more frequent and intense droughts can also increase the risk of forest fires. It directly affects a safe and healthy environment, thus jeopardizing another dimension of human security (Rankovic et al., 2016). All these effects of climate change on health security, economic, food security, and a healthy environment compromise the security of the individual because they are often deprived of some of them. If more than one individual is affected, we cannot talk about community security. Finally, if the states cannot ensure that their individuals live in a healthy environment, have access to resources, a secure supply of food, their economic needs are met, and adequate health care is provided, then indeed the political security of these individuals is threatened. Warnings of extremely high temperatures have become commonplace in Serbia. The process of climate change, or better said, global warming, was initiated by excessive emissions of greenhouse gases, which are increasing and bringing terrible consequences to the atmosphere, oceans, sea ice, continental land, ice, and snow. Warm climate zones are expanding towards the poles and in height. In our latitudes, the temperature rises 1.5 degrees in thirty years, the total annual rainfall is almost unchanged, with



the number of rainy days decreasing, and the intensity of precipitation during precipitation episodes increases, which is in line with the increase in temperature because warmer air receives more water vapor. Therefore, we should not be surprised by the floods in Germany or the Balkan region in May 2014. Heatwaves are becoming more numerous, more prolonged, and more intense, so that since 2000, there have been six significant droughts, and one of them in 2012 cost "Serbia's agriculture is two billion dollars (Jovanovic, 2019).

Extreme climatic events negatively affect Croatia's energy production, transmission, and distribution. Reductions in rainfall in the summer cause a lower contribution of hydropower plants with a simultaneous increase in electricity demand in the summer months. By reducing precipitation, a problem with the flow cooling system also arises in the thermal power plant, which harms production. Forest fires are natural disasters that are increasingly occurring due to climate change, leading to other natural disasters, such as drought, changes in soil properties, and changes in biodiversity. Croatian forestry is considered one of the most vulnerable sectors. It is potential the highest probability of shifting the phenological phases of forest trees, reducing the productivity of individual forest ecosystems, higher frequency of forest fires and prolongation of their season, and possible shifting the distribution of forest species and pests, including invasive species. The increased risk of forest fires in Croatia observed in June is significant as it indicates an earlier start to the Adriatic fire season. However, the analysis also shows areas with an increased risk of forest fires from the center to the northern Adriatic, especially in July and August. The increase in the risk of forest fires in the northern Adriatic is due to a significant increase in average air temperature and a significant decrease in precipitation in the summer months (Državni hidrometeorološki zavod republike Hrvatske, 2009). In case of an increase in the frequency and intensity of negative weather phenomena (ice breakers, windbreaks), more significant damage to forest ecosystems is expected. In the fisheries sector, climate change is putting additional pressure on the marine ecosystem that is already there under the influence of several anthropogenic factors, especially overfishing, habitat destruction, and pollution. The temperature of the Adriatic Sea is likely to rise by 1.6 to 2.4°C by 2070. The consequences are;

- the migration of fish into deeper waters and to the north,
- a more significant number of invasive species,
- a decrease in or extinction of domestic fish species, and
- a change in the choice of species for breeding (SAFU, 2017).

The temperature of the Mediterranean Sea is increasing by 20 percent faster than the global average. As a result, its level is predicted to increase by more than one meter by 2100. Like no other sea, the Adriatic Sea is not an isolated system, so all the pressures acting on the Mediterranean to a greater or lesser extent appear in the Adriatic. Since this is a shallow and semi-closed sea, the risk of severe and lasting consequences of climate change in synergy with intensive human activities such as tourism or fishing has increased, not to mention the exploitation of oil and gas. The high temperatures and extreme weather events are changing the seabed, and that the disappearance of *Posidonia*, coral, and periscopes would have a tragic impact on the marine ecosystem (Prvan, 2019).

Climate is one of the most critical factors in tourism development and affects tourism trends. Croatia's most significant tourist flows occur in the summer when the sea and the sun are the most crucial tourist products. An increasing number of tourists during an increased number of warm days increases the need for energy and water. In 2015, 94% of total tourist flowed occurred in coastal places. Significant changes in climate elements that will affect tourist trends refer to increased temperature, solar radiation, and a decrease in precipitation, resulting in reduced water availability. Due to climate change, the northern areas of Europe could become more attractive for holidays during the summer months, and the Mediterranean and thus Croatia could become more attractive for the rest of the year (SAFU, 2017). Common vulnerabilities in the health sector are associated with extreme weather events conditions for chronic non-communicable diseases and mortality, changes in the epidemiology of communicable diseases, and impacts climate change on air quality, water and food safety contaminant levels in the environment (Rossati, 2017). It poses a challenge due to the complex interactions of environmental and other health impacts and insufficient health-economic valorization of the impact of climate change on health.

Historically, in Yugoslavia socialism, the idea of linking economics and ecology in socialism was a misunderstanding. In the "workers' desire" to build a new society and raise the standard of living, environmental reasoning was marginalized and hazardous in competition with many labor heroes. In an ideologized society, high party and state bodies obstruct the development of society or the revolution. In such conditions, post-Yugoslav invested all its energy in accelerated industrialization and zealously fulfilled parties, and states tasks did not pay much attention to the environment. Inadequate focus on the environment at the highest levels of political decision-making, lack of environmental expertise the right and limited level of public awareness of the negative impact of environmental

degradation together represent an obstacle to positive change in this sphere (Iordanidi, 2021).

The literature lists many adaptation measures and practices, depending on the form (technical, financial, management), scale (global, regional, local), and participants (farmers, government, private sector). In general, adaptation measures could be divided into seasonal changes and sowing time, the introduction of new varieties, hybrids, and breeds, water supply, and systems for irrigation, management of inputs such as fertilizers, agronomic measures, and modifications or changes to the breeding system. Also, many adaptation and mitigation measures have been developed for specific areas in the world. They are collectively called best practices and are recommended for certain environmental or social conditions in different parts of the world. These measures require significant financial investment, while others require information, awareness-raising, and capacity building to address new practices. Southeast Europe's (SEE) priority in mitigation should strengthen institutional and professional capacities for developing and implementing climate policy, monitoring greenhouse gas emissions, and planning, implementation, monitoring, reporting, and verification of climate change mitigation measures. Awareness of climate change issues and the need for adaptation measures in public and among stakeholders is limited (Radusin et al., 2013). As a result, there is a need for greater involvement of civil society and more vigorous advocacy activities. All of this requires active communication to increase the importance of climate change issues. There is a need for global and regional cooperation on environmental security and security in general. A review of security risks at the national levels and their successful implementation in the entire legislation is needed. Each Western Balkan country must have a ministry to deal with the environment, and the ministries of defense and security must take environmental security as its reference object to which it would be could guide future capacity and capability development (Zizic, 2016).

## Conclusion

There is no longer any doubt that the consequences of climate change increase affect human security. For these reasons, climate change and risk management bodies must adapt to climate change. Will shortly additional measures need to be taken to protect themselves health and security of citizens, and policymakers will need to anticipate changes in advance to protect employment in those sectors most at risk. State parties will have an essential role in building more resilient societies, whether through new collective agreements or recommendations for relevant policy measures.

A comprehensive analysis of climate change in the

Western Balkans has identified human health, security, and quality of life as highly vulnerable to natural disasters and weather changes. Therefore, Western Balkans should jointly support sectoral interventions to implement climate resilience measures to increase social, security, and material protection. The agricultural sector, forestry, water management, free-flowing rivers, and Adriatic sea tourism are the ones that will suffer the most significant consequences. As Western Balkans is the region facing a real threat posed by climate change, it is necessary to more actively promote the concepts of environmental protection, conservation of resources, and the use of renewable energy sources. From Slovenia to Greece, the construction of more than three thousand new hydropower plants is planned, and the implementation of these projects has catastrophic consequences for the environment. Recent plans for exploiting all rivers are a critical factor of environmental and human insecurity, eradicating the European "blue heart," not correlated to the environment or hydro-energy but systemic corruption. However, unfortunately, it has not been correlated to the environment or energy but systemic corruption and private interest. In order to avoid a destructive future scenario, it is essential to follow the provisions of the Paris Agreement on Climate Mitigation, to gradually introduce climate-neutral green economies by mid-2050. Furthermore, preserving and improving the biosphere, rivers, seas, forests, and meadows is crucial for the region. It is required to build the necessary capacity, determining a general policy course for low-emission development resilient to climate change. Climate change in the Western Balkans contains social and economic consequences. It is necessary to take responsibility for all kinds of modern threats, at all levels, without traditional justifications. A man is an inalienable part of their environment, and these two categories must exist in harmony and respect with each other.

The capacity-building process, combined with the implementation of climate change mitigation measures, will steer Western Balkans on the right path to meeting the conditions for EU membership in terms of legal transposition/harmonization of legislation, administrative capacity, and policy implementation. At the institutional level, it is necessary to promote the concept of human security policies through laws and other acts or to incorporate it into existing ones; identify the most vulnerable sectors; make risk and vulnerability assessments, and action plans that will more actively oppose climate change. In addition, it is critical to integrate specific policies and projects into strategies, identify existing adaptation opportunities to mitigate climate change, and ensure international support.

The paper exposes institutional and political shortcomings in addressing the problems of climate

change in B&H and that the growing risk of climate risks must be adequately communicated. Through Western Balkans countries' joint action and a systemic approach, it is possible to limit the consequences and work on capacity building and create a more resilient community capable of protecting its citizens by implementing human security conceptualization policies. Therefore, activities for repairing existing damages and vigorous action toward preventing new floods, for which there are no guarantees that they will not be repeated soon, must be realized in parallel. Unfortunately, this is not the case in B&H. Action plans are needed to build more modern defense systems to prevent further floods in the Western Balkans. It is a priority, but the authorities should co-ordinate to revise existing and develop new strategies and programs. Given the efficiency shown

during the 2014 floods, B&H ethnopolitical authorities' actions, and the complex state structure of government, there is a high degree of ethnopolitical manipulation and inefficiency. Besides, the lack of climate change awareness and other issues characteristic of the Western Balkans question the consequences that the Balkans could face a worse scenario than massive floods from 2014 in the future.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Conflict of Interest

The author declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## References

- Aberle, N., Kljajic, B., Blekic, M., Bardak, D., Gudelj, A., Cancarevic, G., Karvazi, M., & Vuckovic, M. (2012). ISAAC II: Prevalencije alergijskih bolesti i predisponirajući čimbenici za astmu dječje dobi na području Brodsko-posavske županije. [ISAAC II: Prevalence of allergic diseases and predisposing factors for childhood asthma in Brod-Posavina County], Zagreb, Hrvatsko društvo za alergologiju i kliničku imunologiju. Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.bib.irb.hr/459784>
- Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food Annual Report, (2018). Retrieved on November 17, 2021 from [https://acmsf.food.gov.uk/sites/default/files/acmsf\\_annrep\\_2018.pdf](https://acmsf.food.gov.uk/sites/default/files/acmsf_annrep_2018.pdf)
- Baysal, B. (2017). Climate change and security: different perceptions, different approaches. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 14(54): 21-44.
- Brown, W., Pfeiffer, K., McIver, K., Dowda, M., Addy, C. & Pate, R. (2009). Social and environmental factors associated with preschoolers nonsedentary physical activity. *Child Development*, 80(1): 45-58. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01245.x>
- Collins, A. (2010). Savremene sigurnosne studije [Modern security studies], Zagreb: Politička kultura
- Centri Civilnih Inicijativa, (2014). Poplave u BiH – Elementarne nepogode i/ili institucionalna neefikasnost [Floods in BiH - Natural disasters and / or institutional inefficiency] (Tuzla, Centri civilnih inicijativa) Retrieved on November 17, 2021 from [http://www.cci.ba/dokumenti/Analiza\\_B5.pdf](http://www.cci.ba/dokumenti/Analiza_B5.pdf)
- Custovic, H. & Bishal, M. (2015). Adaptacija na klimatske promjene u sektoru poljoprivrede : vrijeme je da djelujemo odmah, [Adapting to climate change in the agricultural sector: it is time to act now], Sarajevo : Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- Državni hidrometeorološki zavod republike Hrvatske [State hydrometeorological institute of the republic of Croatia], (2009). Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) [Fifth National Report of the Republic of Croatia under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)], Zagreb: DHMZ Retrieved on November 17, 2021 from [https://klima.hr/razno/publikacije/klimatske\\_promjene.pdf](https://klima.hr/razno/publikacije/klimatske_promjene.pdf)
- Eichelmann, U. (2019). Deutsche Welle, Tko će prije uništiti rijeke Zapadnog Balkana? [Who will destroy the rivers of the Western Balkans first?]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.dw.com/hr/tko-%C4%87e-prije-uni%C5%A1iti-rijeke-zapadnog-balkana/a-49757128>
- European Trade Union Confederation, (2020). Guide for trade unions adaptation to climate change and the world of work. Retrieved on November 17, 2021 from [https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2020-09/ETUC-adaptation-climate-guide\\_HR.pdf](https://www.etuc.org/sites/default/files/publication/file/2020-09/ETUC-adaptation-climate-guide_HR.pdf)
- FAO, (2021). The impact of disasters and crises 2021 on agriculture and food security, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Retrieved on November 17, 2021 from <http://www.fao.org/3/cb3673en/cb3673en.pdf>
- Global Environmental Change and Human Security, GECHS project, (2013). Annual Review of Environment and Resources. Retrieved on November 17, 2021 from <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-032112-100655>
- Hadžić, F. (2021). Agnosticism and Atheism as Amoralism and Anti-Ideological Sociopolitical Paradigm in the Balkans, Specifically in Bosnia and Herzegovina. *Occasional Papers on Religion in Eastern Europe*, (OPREE), 41(2): 67-85.
- Institut za građevinarstvo [Institute of Civil Engineering], (2021). Strateška procjena uticaja na okoliš Plana upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine 2022.-2027. [Strategic Environmental Assessment of the Water Management Plan for the Sava River Basin in the Federation of Bosnia and Herzegovina 2022-2027], Banja Luka, Institut za građevinarstvo.
- Iordanidi, D. (2021). OSCE Mission to Bosnia and Herzegovina, Sarajevo: OSCE, Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.osce.org/files/f/documents/7/0/477370.pdf>
- Krajinovic, B. (2019). Al Jazeera, BiH u očekivanju katastrofa: Sve je na papiru za bolja vremena [BiH in anticipation of disasters: Everything is on paper for better times], Retrieved on November 17, 2021 from <https://balkans.aljazeera.net teme/2019/9/29/bih-u-ocekivanju-katastrofa-sve-je-na-papiru-za-bolja-vremena>
- Legislative law on protection and rescue of humans and material goods from natural or other disasters in Bosnia and Herzegovina. Retrieved on November 17, 2021 from <http://msb.gov.ba/Zakoni/zakoni/default.aspx?id=1721&langTag=bs-B>
- Leaniz, C., Berkhuysen, A. & Belletti, B. (2019). Beware small dams, they can do damage, too. *Nature*, 570: 174 Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01826-y>
- MKim, C. (2015). Wyoming Public Media, Governor Mead Responds to Paris Climate Agreement. Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.wyomingpublicmedia>

- Pandžić, K. (2019). Al Jazeera, Klima na Balkanu bit će još gora: Klimatolozi iznose crna predviđanja [The climate in the Balkans will be even worse: Climatologists are making black predictions]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://balkans.aljazeera.net/teme/2021/8/7/na-balkanu-ce-biti-jos-gore-ocekuju-se-i-pi-javice-poput-americkih-tornada>
- Pejanović, G. (2019). Al Jazeera, Klima na Balkanu bit će još gora: Klimatolozi iznose crna predviđanja [The climate in the Balkans will be even worse: Climatologists are making black predictions]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://balkans.aljazeera.net/teme/2021/8/7/na-balkanu-ce-biti-jos-gore-ocekuju-se-i-pi-javice-poput-americkih-tornada>
- Prvan, M. (2019). Al Jazeera, Klima na Balkanu bit će još gora: Klimatolozi iznose crna predviđanja [The climate in the Balkans will be even worse: Climatologists are making black predictions]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://balkans.aljazeera.net/teme/2021/8/7/na-balkanu-ce-biti-jos-gore-ocekuju-se-i-pi-javice-poput-americkih-tornada>
- Radusin, S., Oprasic, S., Cero, M., Abdurahmanovic, I. & Vukmir, G., (2013). Strategija prilagodavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za bosnu i hercegovinu [Climate change adaptation and low emission development strategy for Bosnia and Herzegovina]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://rhmzrs.com/wp-content/uploads/2019/01/Strategija-prilago%C4%91avanja-na-klimatske-promjene-i-niskoemisionog-razvoja-za-Bosnu-i-Hercegovinu.pdf>
- Ranković, N., Stanisić, M., Nedeljković, J. & Nonić, D. (2016). Analiza strateških i zakonodavnih okvira u šumarstvu i povezanim sektorima - ublažavanje negativnih efekata klimatskih promjena u Evropskoj uniji i Srbiji [Analysis of Strategic and Legislative Frameworks in Forestry and Related Sectors - Mitigating the Negative Effects of Climate Change in the European Union and Serbia]. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 113: 99-132
- Rossati, A. (2017). Global Warming and Its Health Impact. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 8(1): 7-20. <https://doi.org/10.15171/ijom.2017.963>
- SAFU, (2017). Izvještaj o procijenjenim utjecajima i ranjivosti na klimatske promjene po pojedinim sektorima, Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama [Report on Assessing Impacts and Vulnerabilities to Climate Change by Sector, Strengthening the Capacity of the Ministry of Environmental Protection and Energy to Adapt to Climate Change and Prepare a Draft Climate Change Adaptation Strategy], Zagreb: SAFU. Retrieved on November 17, 2021 from <http://prilagodba-klimi.hr/wp-content/uploads/2017/11/Procjena-ranjivosti-na-klimatske-promjene-final.pdf>
- Schwaderer, G. (2018). Jutarnji List, Ekolozi upozoravaju: Rijekama Balkana prijeti uništenje zbog brojnih hidroelektrana [Environmentalists warn: Balkan rivers are threatened with destruction by numerous hydropower plants]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.jutarnji.hr/vijesti/hrvatska/ekolozi-upozoravaju-riekama-balkana-prijeti-unistenje-zbog-brojnih-hidroelektrana-7880277>
- Sostarić, T. (2019). Al Jazeera, BiH u očekivanju katastrofa: Sve je na papiru za bolja vremena [B&H in anticipation of disasters: Everything is on paper for better times]. Retrieved on November 17, 2021 from <https://balkans.aljazeera.net/teme/2019/9/29/bih-u-ocekivanju-katastrofa-sve-je-na-papiru-za-bolja-vremena>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2021). Sixth Assessment report. Retrieved on November 17, 2021 from <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- Transparency International B&H (2021). B&H is one of the countries in which corruption is rapidly worsening, its citizens exposed to life-threatening conditions. Retrieved on November 17, 2021 from <https://ti-bih.org/bih-medju-zemljama-u-kojim-se-stanje-korupcije-najvise-pogorsava-gradjani-zivotno-ugrozeni/?lang=en>
- Troblett, M. (2009). Environmental security and climate change: analyzing the discourse. *Cambridge Review of International Affairs*, 21(4): 585-602 <https://doi.org/10.1080/09557570802452920>
- UN Commission, (2021). Adaptation to climate change. Retrieved on November 17, 2021 from [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change_en)
- UNDP, (2015). Podrška oporavku od poplava i smanjenju rizika u Bosni i Hercegovini, [Support to Flood Recovery and Risk Reduction in Bosnia and Herzegovina]. Retrieved on November 17, 2021 from [http://www.msb.gov.ba/PDF/HRA\\_BHS\\_Final21122015.pdf](http://www.msb.gov.ba/PDF/HRA_BHS_Final21122015.pdf)
- UNFCCC, (2020). The Paris Agreement, What is the Paris Agreement? Retrieved on November 17, 2021 from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNFCCC, (2009). The need for mitigation. Retrieved on November 17, 2021 from [https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press\\_factsh\\_mitigation.pdf](https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press_factsh_mitigation.pdf)
- USAID, (2017). Monitoring, and evaluation support activity (measure-B&H) expanding USAID's network of development, Final Report. Retrieved on November 17, 2021 from <http://measurebih.com/uimages/THE202010-201320USAID20BIH20DGP20EVALUATION20FINAL20REPORT2020edited202012072017.pdf>
- Vijeće Ministara B&H [Council of Ministers B&H] (2021). Procjena ugroženosti Bosne i Hercegovine od prirodnih ili drugih nesreća [Assessment of the vulnerability of Bosnia and Herzegovina from natural or other disasters]. Sarajevo: Vijeće Ministara B&H Retrieved on November 17, 2021 from [http://www.msb.gov.ba/PDF/PROC-JENA\\_UGRO%C5%BDENOSTI\\_BIH\\_07102013.pdf](http://www.msb.gov.ba/PDF/PROC-JENA_UGRO%C5%BDENOSTI_BIH_07102013.pdf)
- World Wide Fund for Nature WWF (2012). Procjena ranjivosti na klimatske promjene – Srbija [Climate change vulnerability assessment – Serbia], WWF Centar za unapređenje životne sredine. Retrieved on November 17, 2021 from [https://d2ouvy59p0dq6k.cloudfront.net/downloads/cva\\_srbija\\_srpski.pdf](https://d2ouvy59p0dq6k.cloudfront.net/downloads/cva_srbija_srpski.pdf)
- Zižić, J. (2016). Ekološka sigurnost kao dio koncepta nacionalne sigurnosti: Republika Hrvatska i susjedne zemlje [Ecological security as part of the concept of national security: the Republic of Croatia and neighboring countries], Master's thesis.





## **Cotylorhiza tuberculata (Macri, 1778)'nin Ocaklar Koyu'nda (Marmara Denizi, Türkiye) Dağılımı**

Semih Kale<sup>1\*</sup>, Deniz Acarlı<sup>2</sup>

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

Received: 01.12.2021

Accepted: 14.01.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fishing and Fish Processing Technology, 17020, Çanakkale, TURKEY

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Vocational School of Maritime Technologies, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, Underwater Technology Program, 17020, Çanakkale, TURKEY

### Anahtar Kelimeler

*Cotylorhiza tuberculata*

Denizanası

Marmara Denizi

## **Distribution of *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey)**

### ABSTRACT

Three different jellyfish species were detected during the underwater observations which were carried out in October 2021 on the shores of the Ocaklar Bay, southern Marmara Sea. Observed jellyfish species are *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778), *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758), and *Beroe ovata* (Bruguière, 1789). Although it generally spreads in the Mediterranean Sea, two individuals of *C. tuberculata* species, which have never been observed previously in the southern Marmara Sea, were seen in this study. The umbrella diameters of both individuals were calculated as 25 and 38 cm, respectively. The present study reports the first occurrence of *C. tuberculata* on the southern coasts of the Marmara Sea and a new distribution/range area for the Marmara Sea. The present paper is also considered to provide significant contributions to the biodiversity and spatial distribution of marine species in the Marmara Sea ecosystem.

### Keywords

*Cotylorhiza tuberculata*

Jellyfish

Marmara Sea

### Giriş

Denizanası türleri Cnidaria filumunun serbest yüzen pelajik üyeleri ve Ctenophora filumunun planktonik üyelerini oluşturmaktadır. Cnidaria filumundaki bireylerin vücut şekli çan şekline benzemektedir ve bu sayede aktif yüzme hareketi gerçekleştirmektedirler (Richardson ve ark., 2009). Denizlerdeki denizanası miktarının dünya çapında arttığına işaret eden çalışmalar bulunmaktadır (Mills, 2001; Sato ve ark., 2015). Günümüzde denizaneleri balıkçılık, turizm, insan sağlığı ve tüm kıyısız alanları

ve Akdeniz havzasını doğrudan etkilemesi gibi çeşitli nedenlerle önemli konulardan biri haline gelmiştir (Turan ve Öztürk, 2011). Şimdiye kadar bulunan fosil kayıtları, denizanasının başarılı bir yaşam formu olarak yaklaşık 600 milyon yıldır var olduğunu ve pek değişmediğini düşündürmektedir (Gershwin, 2016). Denizaneleri Atlantik, Pasifik, Asya ve Avustralya kıyılarının subtropikal veya tropikal sularında dağılım göstermektedir (Cegolon ve ark., 2013). Dünya genelinde dağılım gösteren denizanası türlerinin 10000'den fazla olduğu ve bunların

### Cite this article as

Kale, S. & Acarlı, D. (2022). Distribution of *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Marine and Life Sciences*, 4(1): 16-22. (in Turkish)

yaklaşık 100 tanesinin insanlar için toksik özelliklerinin bulunduğu belirtilmektedir (Mills, 2001; Cegolon ve ark., 2013; İşinibilir ve ark., 2021). Özellikle zehirli olan türlerin insanlarla etkileşimi sonrası sebep olduğu zehirlenmeler en sık karşılaşılan olumsuzluklardandır. Premmaneesakul ve Sithisarankul (2019) denizanası zehirlenmesinin Tayland'da önemli bir halk sağlığı sorunu haline geldiğini bildirmiştir. Denizanası sokmaları, hafif cilt tahrişinden ölümle sonuçlanabilecek ciddi sistemik semptomlara kadar değişkenlik göstermektedir. Bazı araştırmacılar küresel ısınma ve çevresel faktörler nedeniyle yakın gelecekte denizanası türlerinin çok daha fazla bölgede görüleceğini ve bu canlıların yıkıcı etkilerinin daha fazla ortaya çıkacağını bildirmektedir (Mills, 2001; Purcell, 2005; Pauly ve ark., 2009). Özellikle yoğun olarak buldukları yerlerde balıkçıların ağlarının tıkanmasına (Turan ve ark., 2011) ve dolayısıyla ekonomik deniz canlılarının avlanmalarını engel olmaktadır. Bu durum da balıkçıların ekonomik açıdan sorun yaşamasına neden olmaktadır. Bunun yanında aşırı avcılık (Purcell, 2005; Fernández-Alías ve ark., 2020), ötrofikasyon (Fernández-Alías ve ark., 2020), iklim değişikliği (Gibbons ve ark., 2016), translokasyonlar (örn., balans suyuyla taşınması (Akçakaya ve ark., 2010)) ve habitat modifikasyonu gibi sebepler denizanası türlerinin aşırı çoğalmalarına neden olmaktadır (Richardson ve ark., 2009). Denizaneleri fiziksel ve biyolojik koşullardaki değişikliklere anında tepki verebilmektedir. Hem bentik polip aşamasında genç denizanası üretim oranlarındaki değişiklikler (Kaschner ve ark., 2016) hem de iyi koşullarda (örn., ortamda yüksek miktarda balık yumurta, larva ve juvenilleri bulunması) artan beslenme ve büyüme (Purcell, 2005) ile fırsatçı türlerdir.

Akdeniz kıyılarındaki denizanası türlerinin alansal ve zamansal dağılımı (Pérez-Ruzafa, 1989; Pérez-Ruzafa ve ark., 2002; Gülşahin ve Tarkan, 2011a; Gülşahin, 2013; Gülşahin ve ark., 2016; İşinibilir ve ark., 2021), biyolojisi (Purcell, 2005; Sato ve ark., 2015; Kaschner ve ark., 2016), ekolojisi (Gibbons ve ark., 2016; Fernández-Alías ve ark., 2020) ve filogenetik analizi (Güneş ve Polat, 2019) üzerine araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Gülşahin ve Tarkan (2011b) Ege Denizi'nde *C. tuberculata* türü denizanası türünün aşırı fazla görüldüğünü denizanası patlaması (jellyfish bloom) olarak rapor etmiştir. Kikinger (1992) Lefkada Adası (Yunanistan) kıyılarındaki *C. tuberculata* popülasyonunun yaşam döngüsünü araştırmış ve medüzlerin varlığı, büyümesi, olgunlaşması ve yaşlanmasını rapor etmiştir. Öztürk ve ark. (2006) Güllük ve Gökova körfezlerindeki *C. tuberculata*'nın bolluğunu araştırmış ve 4-5 birey/m<sup>2</sup> olarak tespit edildiğini bildirmiştir. Gülşahin ve Tarkan (2011b) Milas kıyılarında *C. tuberculata*'nın bolluğunu 2 birey/m<sup>2</sup> olarak kaydetmiştir.

*C. tuberculata* türü Akdeniz'e endemik bir denizanası türüdür (İşinibilir ve ark., 2017). Bu türün lokasyon

konusunda titiz ve seçici bir tür olmadığı bildirilmiştir (Palomares ve Pauly, 2021). Genellikle, denizlerin çok derin olmayan bentik bölgelerinde yaşamayı tercih etmektedir (Yetkin, 2016). Su kuşları (Sato ve ark., 2015), balıklar (Mir-Arguimbau ve ark., 2019) ve deniz kaplumbağaları (Yetkin, 2016) gibi birçok sucul organizma *C. tuberculata* ile beslenmektedir. Diğer yandan, bir av olarak ekosistemde sağlamış olduğu ekolojik görevinin yanında dokunaçlarının da küçük balıklar tarafından sıklıkla saklanma ve sığınma alanı olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Sato ve ark., 2015; Yetkin, 2016). Benzer şekilde, Öztürk ve ark. (2018) *Sarpa salpa* ve *Trachurus trachurus* türlerinin de *C. tuberculata*'nın tentaküllerini geçici bir yaşam alanı olarak kullandığını belirtmektedir. Bununla birlikte, denizaneleri fitoplankton popülasyonlarının düzenlenmesi ve ötrofikasyon sürecinde su kalitesinin korunması (Pérez-Ruzafa ve ark., 2002), gıda olarak tüketilmesi (Hsieh ve ark., 2001) ve moleküler biyoloji alanında yeşil floresan proteini üretilmesi (Zimmer, 2005), ilaç yapımı (Sugahara ve ark., 2006; Duyar ve Sönmez, 2006; Ohta ve ark., 2009) ve tıbbi tedavi (Duyar ve Sönmez, 2006) amaçlarıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı büyük denizanası türleri Çin yemeklerinde önemli bir besin olarak değerlendirilmektedir. Bu tür denizaneleri, 1970'lerde Japon pazarından artan talep ile Güneydoğu Asya ülkelerinin önemli bir balıkçılık ürünü haline gelmiştir. Japonya 2000'li yıllarda Endonezya, Malezya, Tayland, Singapur, Myanmar, Vietnam ve Filipinler'den değeri yılda yaklaşık 25,5 milyon ABD Doları'na ulaşan denizanası ürünü ithal etmiş ve ithal edilen bu ürünlerin ağırlığının 5400-10000 ton arasında değiştiği bildirilmiştir (Omori ve Nakano, 2001). Bu düzeyde ekonomik değere sahip olan denizanası türlerinin potansiyel avcılık ürünü olarak değerlendirilmesi için muhtemel dağılım alanlarının belirlenmesi önem arz etmektedir.

Besin zincirinde önemli yerleri olan denizaneleri ekonomik değeri olan balık stokları üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Omori ve Nakano, 2001; Mills, 2001; Birinci Özdemir ve Özdemir, 2017; İşinibilir ve ark., 2021). Bu nedenle, denizanası türlerinin varlığının belirlenmesi ve izlenmesi büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, mevcut çalışma ile *C. tuberculata* türünün Marmara Denizi'nin güney kıyılarındaki varlığının ilk kez ortaya konulması ve türün Marmara Denizi'ndeki yeni bir dağılım alanının tespit edilmesi nedeniyle Marmara Denizi ekosistemindeki biyolojik çeşitliliğin izlenmesi ve denizel organizmaların alansal dağılımlarının izlenmesi açısından araştırmacılara önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Materyal ve Yöntem

Marmara Denizi'nin güney kıyılarında Ocaklar Koyu'ndaki (Acarli ve ark., 2021a) ve Kapıdağ Yarımadası kıyılarındaki (Acarli ve ark., 2021b) *Pinna nobilis* popülasyonlarının izlenmesi çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen sualtı

gözlemleri sırasında bölgedeki biyolojik çeşitliliğin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla SCUBA dalış ekipmanları kullanılarak ilave sualtı gözlemleri yapılmıştır. Dalışlar sırasında sualtı görsel sayım yöntemleri arasında Acarli ve ark. (2020) ve Acarli ve Kale (2020a) tarafından önerilen yöntemlerden biri olan transekt yöntemi kullanılarak kıyıya dik bir hat boyunca çalışma alanı gözlemlenmiştir. Sualtı gözlemleri sırasında Ocaklar Koyu kıyılarında (Şekil 1) Ekim 2021'de 2,5 m derinlikte iki adet *C. tuberculata* bireyi gözlemlenmiştir. Bu bireyler sualtı kamerası (GoPro 4) ile görüntülenmiştir (Şekil 2). Her iki *C. tuberculata* bireyinin de şemsiye çapları sırasıyla 25 ve 38 cm olarak hesaplanmıştır. Bu gözlem sırasında deniz suyu sıcaklığı GEO2 dalış bilgisayarı ile 18,4°C olarak ölçülmüştür.

Sualtı gözlemleri sırasında *C. tuberculata* dışında *Aurelia aurita*, *Beroe ovata* denizanası türleri de tespit edilmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Marmara Denizi güney kıyılarındaki Ocaklar Koyu'ndaki sualtı gözlemlerinde tespit edilen denizanası türleri. a) *C. tuberculata* (2 birey); b) *Aurelia aurita* ve *C. tuberculata*; c) *Aurelia aurita* ve *Beroe ovata* (kırmızı halka içerisinde gösterilen denizanası türü)

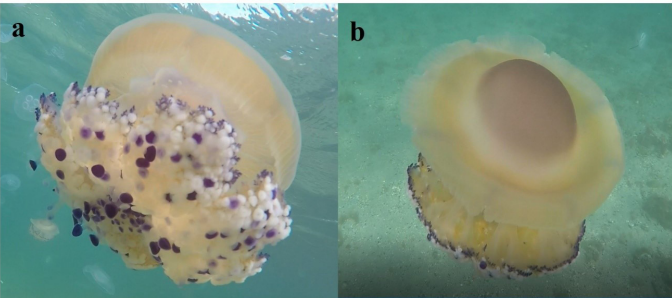
**Figure 3.** Jellyfish species detected during underwater observations in Ocaklar Bay on the southern coast of the Sea of Marmara. a) *C. tuberculata* (2 individuals); b) *Aurelia aurita* and *C. tuberculata*; c) *Aurelia aurita* and *Beroe ovata* (the jellyfish species shown in the red circle)

Acarlı ve Kale (2020a) Ocaklar Koyu kıyılarında yaptıkları çalışmada 20 farklı tür tespit edildiğini rapor etmiş ancak rapor edilen türler arasında bu çalışmada gözlenen üç türün de bulunmadığı belirlenmiştir. İşinibilir ve ark. (2021) Marmara Denizi'nin kuzeyinde Büyükkada kıyısında gerçekleştirilen sualtı gözlemleri sırasında *C. tuberculata* türünün Marmara Denizi'ndeki ilk kaydını bildirmiştir. Öte yandan, Marmara Denizi genelinde *C. tuberculata* türünün alansal dağılımı/yayılışı üzerine literatüre önemli katkılar sağlayan bu çalışmada görülen *C. tuberculata* bireylerinin boylarının 25 ve 38 cm olduğu hesaplanmıştır. Gülşahin (2013) Gökova Körfezi'nde gerçekleştirilen çalışmada *C. tuberculata* bireylerinin 5,8 cm ile 38,6 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Yazar *C. tuberculata* bireylerinin Gökova Körfezi kıyılarında Haziran-Kasım ayları arasında bulunduğunu bildirirken 30-38 cm aralığındaki bireylerin ise daha çok Eylül, Ekim ve Kasım aylarında görüldüğünü rapor etmiştir. Bu bağlamda, mevcut çalışmada kendi popülasyonu içerisinde görece büyük boy grubunda olan *C. tuberculata* bireylerinin Ekim ayında görülmesi zamansal dağılım konusunda literatürdeki bilgileri desteklemektedir.

Premmaneesakul ve Sithisarankul (2019) şişme, kızarıklık ve insan cildinde tahriş edici ve/veya toksik etkilere neden olan nematosist sokması nedeniyle denizanası türlerinin toksik özellikleri dünya çapında bilinen önemli bir sağlık sorunu olduğunu belirtmiştir. Ancak, *C. tuberculata* türünün toksik özelliği bulunmamaktadır (Palomares ve Pauly, 2021). Türkiye kıyılarındaki büyük denizanası türlerinden biri olmasına rağmen bu denizanasının sokması insanlar üzerinde ya çok az etkiye sahiptir ya da hiç etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Gülşahin ve Tarkan, 2011b). Yine de *C. tuberculata*'nın güçlü bir sokma özelliğine sahip olmamasına rağmen hassas cilt ve mukoz membranlarla teması halinde hafif kaşıntı oluşturarak rahatsızlık verebileceği bildirilmiştir (İşinibilir ve ark., 2017). Diğer yandan, toksik özellikleri bulunan denizanası türlerinin iklim değişikliği ve deniz ulaşımı gibi etkenler sayesinde dünyanın farklı bölgelerine taşınımı nedeniyle yabancı türlerin istilası dünyanın birçok



**Şekil 1.** Çalışma alanı  
**Figure 1.** Study area



**Şekil 2.** Marmara Denizi güney kıyılarındaki Ocaklar Koyu'nda ilk kez görülen *C. tuberculata* bireyinin alttan (a) ve üstten (b) görünümü

**Figure 2.** Bottom (a) and top (b) view of *C. tuberculata* individual seen for the first time in Ocaklar Bay on the southern coasts of the Marmara Sea

## Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada Marmara Denizi'nin güney kıyılarındaki Ocaklar Koyu'nda yapılan sualtı gözlemleri sırasında üç farklı denizanası türü (*A. aurita*, *B. ovata*, *C. tuberculata*) tespit edilmiştir. Bunların içinde *C. tuberculata* türü Marmara Denizi'nin güney kıyılarında ilk kez gözlenmiştir.



bölgesi için oldukça büyük bir sorun haline gelmiştir. Karadeniz’de 1990’ların başında gemilerden gelen balast suyuyla taşınan *Mnemiopsis leidyi* ekosistem için gerçek bir stres olarak bildirilmiş ve hamsi stokunun neredeyse tükenmesine sebep olduğu belirtilerek (Gülşahin, 2013) pelajik ekosistemde baskın tür olduğu vurgulanmıştır (Kideys ve ark., 2005; Özdemir ve Ceylan, 2007; Mutlu, 2009; Birinci Özdemir ve Özdemir, 2017).

*C. tuberculata* türünün görüldüğü andaki su sıcaklığı 18,4°C olarak ölçülmüştür. Kaschner ve ark. (2016) bu türün tercih ettiği sıcaklık aralığının 17,7-19,3°C arasında değiştiğini ve ortalama 18,6°C olarak belirlendiğini bildirmiştir. Bu açıdan mevcut çalışmada ölçülen su sıcaklığı Kaschner ve ark. (2016) tarafından bildirilen değerler arasında yer almakta ve bu bilgileri desteklemektedir. Diğer yandan, Gülşahin (2013) bu tür için optimum su sıcaklığının 23,63°C olduğunu belirtmiştir. Purcell ve ark. (2012) ise bu türde strobilasyonun 20-22°C arasında görüldüğünü ve medüzlerin Ağustos ve Eylül aylarında ortaya çıktığını bildirmiştir. Prieto ve ark. (2010) su sıcaklığının *C. tuberculata* poliplerini önemli ölçüde etkilediğini ve strobilasyonun dar sıcaklık aralığında meydana geldiğini rapor etmiştir. Literatürde verilen sıcaklık değerlerine kıyasla az da olsa düşük su sıcaklığında gözlenen bu türün sıcaklık değişkenliğine karşı gösterdiği toleransın genişlediği düşünülmektedir. Öyle ki, sucul organizmalar çeşitli çevresel stres faktörlerine karşı adaptasyon gösterme eğiliminde olduklarından (Kale, 2019) optimum su sıcaklığı değerlerinde farklılaşmalar olsa da uyum sağlamaya çalışmaktadır. Önceleri daha sıcak sularda bulunan türlerin iklim değişikliğine bağlı olarak deniz suyu sıcaklıklarındaki artışlar nedeniyle daha kuzeydeki bölgelere hareket etmesi (Kale, 2019) ve bazı bölgelerde daha önce hiç görülmemiş türlerin görülmeye başlaması da bu durumu desteklemektedir. Ayrıca, 2020 yılına kadar *C. tuberculata* türünün Marmara Denizi’nde hiç kayıt edilmemiş olmasına rağmen Eylül 2020’de İşinibilir ve ark. (2021) tarafından tespit edilmesini takiben mevcut çalışma ile de Ekim 2021’de Marmara Denizi’nin güney kıyılarında görülmüş olması bu türün artık Marmara Denizi’nin tamamında yayılım gösterebileceğini düşündürmektedir. Benzer şekilde, Gülşahin (2013) Akdeniz’de su sıcaklığı artışının istilacı denizanası türlerinin daha önce görülmedikleri kıyılarda görülebileceği ortamı sağlayacağını ifade etmiştir. Bununla birlikte, Coll ve ark. (2010) Akdeniz’in ısınması nedeniyle hızla kuzeye ve batıya doğru yayılabilen yabancı türlerin istilasının Akdeniz’in biyolojik çeşitliliğini değiştirmeye devam edecek çok önemli bir faktör olduğunu vurgulamıştır. *C. tuberculata* türü Akdeniz’e endemik bir tür olması nedeniyle Marmara Denizi ekosistemi açısından istilacı tür olarak görülmemekle birlikte birçok araştırmacı tarafından da ifade edildiği üzere özellikle iklim değişikliğine bağlı olarak su sıcaklığının artması nedeniyle sucul organizmaların kendi termal tolerans aralığındaki sıcaklıkta bulunan su ortamlarına

doğru hareket etmesi ve alansal dağılımını/yayılımını kuzeye doğru genişletmesi birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Vacchi ve ark., 2001; Mieszewska ve ark., 2006; Bianchi ve ark., 2013; Parravicini ve ark., 2015; Kale, 2019; Kale, 2020; Kale ve ark., 2021). Morri ve Bianchi (2001) denizel biyolojik çeşitlilik ve iklimsel değişiklikler arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Francour ve ark. (1994) Akdeniz’deki denizel biyoçeşitliliğin değişiklik gösterdiğini ve bu değişkenliğin deniz suyu sıcaklığında meydana gelen artış ile ilişkili olabileceğini ifade etmiştir. Bianchi ve Morri (1993) Akdeniz’de türlerin alansal dağılımının genişlemesi konusunda sıcak sularda yaşayan türlerin daha soğuk suların olduğu bölgelere doğru gerçekleştirdikleri göçlerin muhtemelen kalıcı termofilik vahalardan ziyade yıldan yıla iklimsel değişkenlik ve dalgalanmalarla ilgili olduğuna dikkat çekmektedir. Bianchi (2007) küresel ısınmanın doğrudan ve dolaylı etkiler yoluyla özellikle su sirkülasyonunu değiştirerek sıcak su türlerinin yayılmasını desteklediğini vurgulamaktadır. Nitekim, *C. tuberculata* bireylerinin görüldüğü Ocaklar Koyu kıyılarında Acarlı ve Kale (2020b), Mayıs 2015-Nisan 2016 arasında yüzey suyu sıcaklığının 8-27°C arasında değişkenlik gösterirken dip suyu sıcaklığının ise 6-24°C arasında değiştiğini rapor etmiştir. Acarlı ve ark. (2021a) ise Haziran 2021’de su sıcaklığının 22,2-27,8°C arasında değişkenlik gösterdiğini not etmiştir. Acarlı ve ark. (2021b) Kapıdağ Yarımadası kıyılarında yapılan çalışmada Temmuz 2021-Ağustos 2021 aylarında su sıcaklığını 24,4-30,0°C olarak kaydetmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde Ocaklar Koyu kıyılarındaki su sıcaklığının zamanla kademeli olarak artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Lotan ve ark. (1994) skifomedüzlerin yığın oluşturabilmesinin besin ve sıcaklık ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Prieto ve ark. (2010) *C. tuberculata* için öncelikli koşulun su sıcaklığı olduğunu ve poliplerinin 16°C’den daha düşük su sıcaklığında eşeysiz üreme gerçekleştirmediğini rapor etmiştir. Giderek artan sıcaklık değerleri ve ortamdaki besin seviyesinin istilacı türlerin bu bölgede görülmesine uygun ortam sağlayabileceği tahmin edilmektedir.

## Sonuç

Sonuç olarak bu çalışma ile Marmara Denizi’nin güney kıyılarındaki Ocaklar Koyu’nda yapılan sualtı gözlemleri sırasında üç farklı denizanası türü (*A. aurita*, *B. ovata*, *C. tuberculata*) tespit edilmiştir. Bunların içinde *C. tuberculata* türü Marmara Denizi’nin güney kıyılarında ilk kez gözlenmiştir. Aynı zamanda, Marmara Denizi genelinde *C. tuberculata* türünün alansal dağılımı/yayılımı üzerine de önemli katkılar sağlamaktadır. *C. tuberculata* türünün Marmara Denizi’nde yerleşmeye başlayıp başlamadığı ve kalıcı popülasyonlar oluşturabilme potansiyelinin belirlenmesi açısından ileriki çalışmalarda türün alansal dağılımının/yayılımının izlenmesi önerilmektedir.



**Teşekkür**

Yazarlar arazi çalışması sırasındaki katkılarından dolayı Yıldız TANER ve Şükriye ACARLI'ya teşekkür eder.

**ETİK STANDARTLARA UYUM****Yazarların Katkısı**

SK çalışmayı tasarladı ve makaleyi yazmıştır, DA dalış ve fotoğraf

çekimleri aşamalarında görev almıştır.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

**Etik Onay**

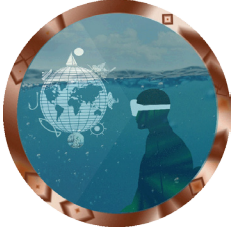
Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

**Kaynaklar**

- Acarli, D., Acarli, S. & Kale, S. (2021a). The effects of mucilage event on the population of critically endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) in Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 2(2): 148-158. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2021.350.09>
- Acarli, D., Acarli, S. & Kale, S. (2021b). The struggle for life: *Pinna nobilis* in the Marmara Sea (Turkey). *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, in press.
- Acarli, D. & Kale, S. (2020a). Species composition of artificial reef models specifically designed for *Homarus gammarus* (Crustacea: Decapoda: Nephropidae) in the Sea of Marmara. *Research in Marine Sciences*, 5(1): 625-635.
- Acarli, D. & Kale, S. (2020b). Species-specific artificial reef models for lobster (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1): 1-7. <https://doi.org/10.12714/egejfas.37.1.01>
- Acarli, D., Kale, S. & Kocabaş, S. (2019). TCSG-132 Gemi batığı yapay resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) biyoçeşitliliği. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3): 313-329. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.677175>
- Akçakaya, A., Delice, G. G., Kale, S., Gediz, G., Arslan, G. & Gurbet, R. (2010). Balast sularının denizel ortama etkileri. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VI. Öğrenci Kurultayı*, Ankara, Türkiye. Bildiri Kitabı, 45-50.
- Bianchi, C. N. (2007). Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 580: 7-21. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0469-9>
- Bianchi, C. N. & Morri, C. (1993). Range extension of warm-water species in the northern Mediterranean: Evidence for climatic fluctuations? *Porcupine Newsletter*, 5: 156-159.
- Bianchi, C. N. & Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5): 367-376.
- Bianchi, C. N., Boudouresque, C. F., Francour, P., Morri, C., Parravicini, V., Templado, J. & Zenetos, A. (2013). The changing biogeography of the Mediterranean Sea: from the old frontiers to the new gradients. *Bollettino dei Musei e degli Istituti biologici dell'Università di Genova*, 75: 81-84.
- Birinci Özdemir, Z. & Özdemir, S. (2017). Karadeniz'deki jelimsi organizmalar (Makrozooplankton) ve etkileri. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 32(1): 91-98. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.312294>
- Cegolon, L., Heymann, W. C., Lange, J. H. & Mastrangelo, G. (2013). Jellyfish stings and their management: A review. *Marine Drugs*, 11(2): 523-550. <https://doi.org/10.3390/md11020523>
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, Jordi., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Frogli, C., Galil, B. S., Gasol, J. M., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., Kitsos, M. -S., Koukouras, A., Lampadariou, N., Laxamana, E., López-Fé de la Cuadra, C. M., Lotze, H. K., Martin, D., Mouillot, D., Oro, D., Raicevich, S., Rius-Barile, J., Saiz-Salinas, J. I., San Vicente, C., Somot, S., Templado, J., Turon, X., Vafidis, D., Villanueva, R. & Voultsiadou, E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE*, 5(8): e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- Duyar, H. A. & Sönmez, G. (2006). Denizanası işleme teknolojisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(Ek/Suppl. 1/3): 403-405.
- Fernández-Alías, A., Marcos, C., Quispe, J. I., Sabah, S. & Pérez-Ruzafa, A. (2020). Population dynamics and growth in three scyphozoan jellyfishes, and their relationship with environmental conditions in a coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243: 106901. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106901>
- Francour, P., Boudouresque, C. F., Harmelin, J. G., Harmelin-Vivien, M. L. & Quignard, J. P. (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 28(9): 523-526.
- Gershwin, L. A. (2016). *Jellyfish: A natural history*. China: The University of Chicago Press. 224 p.
- Gibbons, M. J., Boero, F. & Brotz, L. (2016). We should not assume that fishing jellyfish will solve our jellyfish problem. *ICES Journal of Marine Science*, 73(4): 1012-1018. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv255>
- Gülşahin, N. & Tarkan, A. N. (2011a). The first confirmed record of the alien jellyfish *Rhopilema nomadica* Galil, 1990 from the southern Aegean coast of Turkey. *Aquatic Invasions*, 6(Supplement 1): S95-S97. <https://doi.org/10.3391/ai.2011.6.S1.022>
- Gülşahin, N. & Tarkan, A. N. (2011b). A familiar organism in Muğla Region, the Aegean Sea *Cotylorhiza tuberculata* (Maori, 1778). *First National Workshop on Jellyfish and Other Gelatinous Species in Turkish Marine Waters*, Muğla, Turkey. Proceedings Book, 53-57.
- Gülşahin, N. (2013). Muğla neritik bölgesi Scyphozoa (Cnidaria) ve Ctenophora türlerinin bolluk, dağılım ve biyomas özellikleri. Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye, 238 s.
- Gülşahin, N., Tarkan, A. N. & Tarkan, A. S. (2016). Spatiotemporal distribution, abundance, and species-environment relationships of Scyphozoa (Cnidaria) species in Hisarönü, Marmaris, and Fethiye bays (Muğla, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 40: 223-230. <https://doi.org/10.3906/zoo-1406-13>

- Güneş, M. & Polat, F. (2019). Marmara Denizi'nde yayılış gösteren *Aurelia aurita* denizanası türünün filogenetik analizi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2): 163-170 <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577537>
- Hsieh, Y-H. P., Leong, F. M. & Rudloe, J. (2001). Jellyfish as food. In: Purcell, J.E., Graham, W.M., Dumont, H.J. (eds), Jellyfish Blooms: Ecological and Societal Importance. Developments in Hydrobiology, vol 155. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0722-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0722-1_2)
- İşinibilir, M., Okyar, A. & Öztürk, N. (2017). Venomous jellyfishes in the Turkish seas and their toxic effects. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(3): 154-169. <https://doi.org/10.18864/TJAS201714>
- İşinibilir, M., Yüksel, E. & Dalyan, C. (2021). First record of *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778) from the Sea of Marmara. *Aquatic Sciences and Engineering*, 36(1): 38-41. <https://doi.org/10.26650/ASE2020804717>
- Kale, S. (2019). İklim değişikliğinin Atikhisar Baraj Gölü'nün yüzey alanı ve kıyı çizgisindeki değişimleri üzerine etkilerinin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak balıkçılık yönetimi açısından izlenmesi. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye. 316 s.
- Kale, S. (2020). Development of an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) model to predict sea surface temperature (SST). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 49(4): 354-373. <https://doi.org/10.1515/ohs-2020-0031>
- Kale, S., Berber, S. & Acarli, D. (2021). First record of *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) from Atikhisar Reservoir (Çanakkale, Turkey). *Journal of Biometry Studies*, 1(2): 65-71. <https://doi.org/10.29329/JofBS.2021.349.05>
- Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Garilao, C., Rius-Barile, J., Rees, T. & Froese, R. (2016). AquaMaps: predicted range maps for aquatic species. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org, Version 08/2016.
- Kideys, A. E., Roohi, A., Bagheri, S., Finenko, G. & Kamburska, L. (2005). Impacts of invasive Ctenophore on fisheries of the Black Sea and Caspian Sea. *Black Sea Oceanography*, 18(2): 76-85. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.43>
- Kikinger, R. (1992). *Cotylorhiza tuberculata* (Cnidaria: Scyphozoa) - Life history of a stationary population. *Marine Ecology*, 13(4): 333-362. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1992.tb00359.x>
- Lotan, A., Fine, M. & Ben-Hillel, R. (1994). Synchronization of the life cycle and dispersal pattern of the tropical invader scyphomedusan *Rhopilema nomadica* is temperature dependent. *Marine Ecology Progress Series*, 109: 59-65. <https://doi.org/10.3354/meps109059>
- Mieszkowska, N., Kendall, M. A., Hawkins, S. J., Leaper, R., Williamson, P., Hardman-Mountford, N. J. & Southward, A. J. (2006). Changes in the range of some common rocky shore species in Britain – a response to climate change? *Hydrobiologia*, 555: 241-251. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1120-6>
- Mills, C. E. (2001). Jellyfish blooms: Are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia*, 451: 55-68.
- Mir-Arguimbau, J., Sabatés, A. & Tilves, U. (2019). Trophic ecology of *Trachurus mediterraneus* juveniles associated with the jellyfish *Rhizostoma pulmo* and *Cotylorhiza tuberculata*. *Journal of Sea Research*, 147: 28-36.
- Morri C. & Bianchi, C. N. (2001). Recent changes in biodiversity in the Ligurian Sea (NW Mediterranean): Is there a climatic forcing?. In: Faranda, F. M., Guglielmo, L., Spezie, G. (Eds), Mediterranean ecosystems. Springer Verlag, Milan. p. 375-384.
- Mutlu, E. (2009). Recent distribution and size structure of gelatinous organisms in the southern Black Sea and their interactions with fish catches. *Marine Biology*, 156(5): 935-957. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1139-8>
- Ohta, N., Sato, M., Ushida, K., Kokubo, M., Baba, T., Taniguchi, K., Uraj, M., Kihira, K. & Mochida, J. (2009). Jellyfish mucin may have potential disease-modifying effects on osteoarthritis. *BMC Biotechnology*, 9(1): 98. <https://doi.org/10.1186/1472-6750-9-98>
- Omori, M. & Nakano, E. (2001). Jellyfish fisheries in southeast Asia. *Hydrobiologia*, 451: 19-26.
- Özdemir, G. & Ceylan, B. (2007). Biyolojik istila ve Karadeniz'deki istilacı türler. *Yunus Araştırma Bülteni*, 7(3): 1-5.
- Öztürk, B., Topaloğlu, B., Sümen, S. G., Turan, C., İşinibilir, M., Aktaş, Ş. & Özen, Ş. (2018). Jellyfish of the Black Sea and Eastern Mediterranean waters. Istanbul, Turkey: Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV) Publication. 75 p.
- Öztürk, B., Ünsal, N., Şener, E., Altug, G., Aktan, Y., Güven, E., Topaloğlu, B., Keskin, Ç., İşinibilir, M., Çardak, M., Eryalçın, K. M. & Çiftçi, P. S. (2006). Muğla ilinde su ürünleri yetiştiriciliği açısından hassas alanlar ile yeni yetiştiricilik alanlarının belirlenerek kirlenme parametrelerinin izlenmesi projesi 1. raporu. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. İstanbul, Türkiye.
- Palomares, M. L. D. & Pauly, D. (Eds.) (2021). *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778). SealifeBase. World Wide Web electronic publication. www.sealifebase.org, version (08/2021). <https://www.sealifebase.ca/summary/Cotylorhiza-tuberculata.html>
- Parravicini, V., Mangialajo, L., Mousseau, L., Peirano, A., Morri, C., Montefalcone, M., Francour, P., Kulbicki, M. & Bianchi, C. N. (2015). Climate change and warm-water species at the north-western boundary of the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 36(4): 897-909. <https://doi.org/10.1111/maec.12277>
- Pauly, D., Graham, E. W., Libralato, S., Morissette, L. & Palomares, M. L. D. (2009). Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models. *Hydrobiologia*, 616: 67-85. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9583-x>
- Pérez-Ruzafa, A. (1989). Estudio ecológico y bionómico de los poblamientos bentónicos del Mar Menor (Murcia, SE de España). PhD Thesis, University of Murcia. Murcia, Spain. 751 p.
- Pérez-Ruzafa, A., Gilabert, J., Gutiérrez, J. M., Fernández, A. I., Marcos, C. & Sabah, S. (2002). Evidence of a planktonic food web response to changes in nutrient input dynamics in the Mar Menor coastal lagoon, Spain. In: Orive, E., Elliott, M., de Jonge, V. N. (eds.), Nutrients and Eutrophication in Estuaries and Coastal Waters. Developments in Hydrobiology. vol 164. Dordrecht: Springer, 359-369. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-2464-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-94-017-2464-7_26)
- Premmaneesakul, H. & Sithisarakul, P. (2019). Toxic jellyfish in Thailand. *International Maritime Health*, 70(1): 22-26. <https://doi.org/10.5603/IMH.2019.0004>
- Prieto, L., Astorga, D., Navarro, G. & Ruiz, J. (2010). Environmental control of phase transition and polyp survival of a massive-outbreaker jellyfish. *PLoS ONE*, 5(11): e13793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013793>
- Purcell, J. E. (2005). Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: A review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(3): 461-476. <https://doi.org/10.1017/S0025315405011409>

- Purcell, J. E., Atenza, D., Fuentes, V., Olariaga, A., Tilves, U., Colahan, C. & Gili, J. M. (2012). Temperature effects on asexual reproduction rates of scyphozoan species from the northwest Mediterranean Sea. In: Purcell, J., Mianzan, H., Frost, J.R. (eds), Jellyfish Blooms IV. Developments in Hydrobiology. vol 220. Dordrecht: Springer, 169-180. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-5316-7\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5316-7_13)
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C. & Gibbons, M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(6): 312-322. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.01.010>
- Sato, N. N., Kokubun, N., Yamamoto, T., Watanuki, Y., Kitaysky, A. S. & Takahashi, A. (2015). The jellyfish buffet: jellyfish enhance seabird foraging opportunities by concentrating prey. *Biology Letters*, 11: 20150358. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0358>
- Sugahara, T., Ueno, M., Goto, Y., Shiraiishi, R., Doi, M., Akiyama, K. & Yamauchi, S. (2006). Immunostimulation effect of jellyfish collagen. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 70(9): 2131-2137. <https://doi.org/10.1271/bbb.60076>
- Turan, C. & Öztürk, B. (Eds.) (2011). First national workshop on jellyfish and other gelatinous species in Turkish marine waters. Muğla, Turkey: Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV) Publication. 96p.
- Turan, C., Gürlek, M., Özbacılar, B., Yağlıoğlu, D., Ergüden, D., Öztürk, B., Güngör, M. (2011). Jellyfish bycatch data by purse seine, trawl and net fisheries during March-April 2011 in the Mediterranean coast of Turkey. *First National Workshop on Jellyfish and Other Gelatinous Species in Turkish Marine Waters*, Bodrum, Turkey. Proceedings Book, 1-7.
- Vacchi, M., Morri, C., Modena, M., La Mesa, G. & Bianchi, C. N. (2001). Temperature changes and warm-water species in the Ligurian Sea: the case of the ornate wrasse *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758). *Archo Oceanography Limnology*, 22: 149-154.
- Yetkin, H. (2016). Açık denizlerin renkli rüyası: Maviş denizanası. *Derin-Boğaziçi Üniversitesi Sualtı Sporları Kulübü Dergisi*, pp. 684. Erişim tarihi: 29.11.2021 <http://www.derin.boun.edu.tr/?p=684>
- Zimmer, M. (2005). *Glowing genes: A revolution in biotechnology*. New York: Prometheus Books. 221 p.



## Yat limanı işletmelerinde yatlıardan kaynaklı atıkların yönetimi için yasal düzenlemeler ve "Mavi Kart Sistemi"

Yunus Çanak<sup>1\*</sup>, Sedat Baştuğ<sup>1</sup>

\*Corresponding author: [yunus-onur-383@hotmail.com](mailto:yunus-onur-383@hotmail.com)

Received: 30.11.2021

Accepted: 18.01.2022

### Affiliations

<sup>1</sup> Barbaros Hayrettin Naval Architecture and Maritime Faculty, Iskenderun Technical University, Central Campus, Iskenderun, Hatay, TURKEY.

### Anahtar Kelimeler

Denizcilik  
Yat turizmi  
Yat limanı  
Gemi atıkları  
Atık yönetimi

### ÖZET

Yat turizmi dünyada ve Türkiye'de en çok gelişen turizm sektörleri arasında yer almaktadır. Yat turizmin sürekli gelişme içerisinde olması ülke ekonomileri açısından olumlu olmakla birlikte çevre ile ilgili endişeleri de beraberinde getirmektedir. Yat limanlarının doğası gereği birden fazla çevresel zorluğun bulunduğu yerler olması sebebiyle limanlarda bu çevresel zorluklar ve kirliliğe neden olan faaliyetlerle mücadele edilmesine yönelik düzenleme ve uygulamalar yapılması sürdürülebilir çevre açısından büyük öneme sahiptir. Yat limanlarının çoğunun kentsel alanlar içinde veya kentsel alanlara yakın olması bu alanlarda uygulanması gereken atık yönetiminin önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışmada yatların ve yat limanı işletmelerinin atık yönetimlerine ilişkin yasal mevzuat incelenmiş ve bu kapsamda geliştirilen Mavi Kart Sistemi'ne ilişkin çeşitli kaynaklardaki değerlendirmeler derlenmiştir. İlgili mevzuatı ortaya koyması ve yeni sayılabilecek bir sistem olan "Mavi Kart Sistemi" alanında yapılan çalışmaların az olması sebebiyle bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## Legal regulations for the management of yachts originated wastes in marinas and "Blue Card System"

### ABSTRACT

Yacht tourism is among the most developing tourism sectors in the world and in Turkey. The fact that yacht tourism is in continuous development is positive for the country's economy, but it also brings concerns about the environment. Since marinas are places where more than one environmental challenge meets by nature, it is of great importance in terms of sustainable environment to make regulations and practices to combat these environmental challenges and activities that cause pollution in ports. The fact that most of the marinas are in or close to urban areas increases the importance of waste management that should be applied in these areas. In this study, the legal legislation on waste management of yachts and marina businesses has been examined and the evaluations in various sources regarding the "Blue Card System" developed in this context have been compiled. It is considered that this study will contribute to the literature due to the fact that it reveals the relevant legislation and that there are few studies in the field of the Blue Card System, which is a system that can be considered new.

### Keywords

Maritime  
Yacht tourism  
Marina  
Ship waste  
Waste management

### Giriş

Deniz turizminin ana bileşenlerinden biri olan yat turizmi son yıllarda sektöre olan ilginin artması ile birlikte sürekli bir gelişim göstermektedir. Yat turizmi, yüksek gelir sağlayan en önemli turizm çeşitlerinden

biri olması, sürdürülebilir gelişim olanakları sağlaması ve ürün çeşitliliği sağlaması sebebi ile Türkiye turizmi için stratejik bir tercih olarak değerlendirilmelidir. Yat turizminin son yıllarda hızla gelişmesi yatlıardan kaynaklı deniz kirlenmesini de beraberinde getirmiştir.

### Cite this article as

Çanak, Y. & Baştuğ, S. (2022). Legal regulations for the management of yachts originated wastes in marinas and "Blue Card System". *Marine and Life Sciences*, 4(1): 23-30. (in Turkish)



Dünyanın halihazırda yüzleşmekte olduğu küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi hususlar göz önünde bulundurulduğunda küresel ısınma, sürdürülebilir çevre, çevrenin korunması gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Çevre kirliliğinin bir çeşidi olan deniz kirliliğinin önlenmesi de çevrenin korunması açısından büyük bir öneme sahiptir.

Gemi kaynaklı deniz kirliliğinin önüne geçmek amacıyla birçok uluslararası, bölgesel ve ulusal anlamda yasal düzenleme yapılmış ve çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Bu çalışmada yatların düzenleme kapsamına giren atıklar, yatların ve yat limanı işletmelerinin bu bağlamda tabi oldukları uluslararası ve ulusal mevzuat incelenmiş olup bu alanda geliştirilen Mavi Kart Sistemi'nin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Yatların ve yat limanı işletmelerinin tabi olduğu yasal mevzuatı ortaya koyulması ve Mavi Kart Sistemi'ni farklı bakış açılarıyla incelenmesi açısından çalışmanın bilimsel literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada yat atıkları, yatlarda ve yat limanı işletmelerinde yat kaynaklı atıkların yönetimi için yasal düzenlemeler ve "Mavi Kart Sistemi" incelenmiştir. İnceleme iki aşamada icra edilmiştir.

Öncelikle uluslararası ve ulusal çalışmalar incelenmek suretiyle literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması; "Yat Turizmi (Yacht Tourism)", "Yat Limanı (Marina)", "Gemi Atıkları (Ship Waste)", "Atık Yönetimi (Waste Management)" anahtar kelimeleri kullanmak suretiyle "Web of Sciences" üzerinden 2010 yılı sonrasındaki Türkçe ve İngilizce makalelerin incelenmesi, "Mavi Kart Sistemi" anahtar kelimesi kullanmak suretiyle "DergiPark" ve "TR Dizin" üzerinden 2015 yılı sonrası Türkçe makalelerin incelenmesi, "Çevre Yönetimi" ve "Atık Yönetimi" konularına ilişkin uluslararası sözleşme ve düzenlemelerin "International Maritime Organization (IMO)" resmi internet sitesi üzerinden incelenmesi ve yine bu alanlarda Türkiye'deki kanun ve yönetmeliklerin "T. C. Resmi Gazete" üzerinden incelenmesi suretiyle yapılmıştır.

Literatür taraması neticesinde yatlardan kaynaklı atıkları, yatlardan kaynaklanan atıklar için uluslararası ve ulusal yasal düzenlemeler belirtilmiş ve farklı bakış açılarından Mavi Kart Sistemi'nin avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur.

### Gemi Atıkları

"Atık" kavramını deniz kirliliğinin önlenmesine ilişkin uluslararası anlamda en temel düzenlemelerden biri olan "MARPOL 73/78 Sözleşmesi" kapsamında ele almak mümkündür. "MARPOL 73/78 Sözleşmesi" 6 ek protokolden oluşmakta olup bu protokoller 6 farklı kirlilik çeşidi için kirlenmeyi önleyici kurallar koymaktadır. Bu

kurallar aşağıda olduğu gibidir (IMO, 2011):

- "Ek I Petrolde Oluşan Kirlenmenin Önlenmesi için Kurallar": Petrol, ham petrol, akaryakıt ve rafine ürünlerinden kaynaklanan atıkları kapsamaktadır (sintine suyu, kirli balast, slaç, slop, atık motor yağı vb.).

- "Ek II Dökme Zehirli Sıvı Maddelerle Deniz Kirlenmesinin Kontrolü için Kurallar": Dökme zehirli sıvı maddelerin kimyasal madde tankerleri ile taşınması sırasında oluşan atıkları ifade etmektedir.

- "Ek III Denizde Ambalajlı Halde Taşınan Zararlı Maddelerle Oluşan Kirlenmenin Kontrolü İçin Kurallar": Paketlenmiş zararlı maddelerle ilgili hükümler içermektedir.

- "Ek IV Gemilerden Çıkan Pis Sularla Kirlenmenin Önlenmesi için Kurallar": Bu kapsamda değerlendirilen pis su; her çeşit tuvalet, tıbbi yerlerde bulunan leğen, küvet ve frengilerden gelen akıntılar, içinde canlı hayvan bulunan mahallerden gelen akıntılar veya yukarıda tanımlanan akıntılarla karışan diğer atık suları ifade etmektedir.

- "Ek V Gemi Çöpleri ile Kirlenmenin Önlenmesi için Kurallar": Geminin olağan çalışması sırasında üretilen her türlü çöp içerikli atıkların neden olduğu kirliliğe ilişkin kuralları içermektedir.

- "Ek VI Gemi Baca Gazlarından Kirlenmenin Önlenmesi için Kurallar": Ozon tabakasına zarar veren gazların salınımının engellenmesi ve gemilerin baca (egzoz) gazlarından çıkan "azot oksit (NOx)" ve "kükürt oksit (SOx)" içeren emisyonların sınırlandırılmasına yönelik düzenlemeler içermektedir.

"MARPOL 73/78 Sözleşmesi" eklerinin "uygulama" maddeleri incelendiğinde Ek I'in aksi belirtilmedikçe tüm gemiler için geçerli olduğu, Ek II'nin aksi belirtilmedikçe zehirli sıvı maddeleri toplu halde taşıyan tüm gemiler için geçerli olduğu, Ek III'ün aksi açıkça belirtilmedikçe paketlenmiş halde zararlı madde taşıyan tüm gemiler için geçerli olduğu, Ek IV'ün 400 gros ton üzeri gemilere ve 400 gros tonaj altı gemilerden 15 üzeri personel taşıyan gemiler için geçerli olduğu, Ek V'in aksi belirtilmedikçe tüm gemiler için geçerli olduğu ve Ek VI'nın ise istisna olarak belirtilen gemiler hariç tüm gemiler için geçerli olduğu görülmektedir. Bu kapsamda çalışmamızın ana temasını teşkil eden yatların, MARPOL 73/78 Sözleşmesi Ek I, ve Ek V hükümlerine tabi olduklarını, kısmi olarak ise Ek IV ve Ek VI'ya tabi olduklarını söylemek yanlış olmayacaktır (Bu çalışmada MARPOL 73/78 Ek VI kapsamındaki hükümler irdelenmemiş olup konu ile ilgili ayrı çalışmalar yapılabileceği mütalaa edilmektedir).

### Yat Limanı İşletmelerinin Yat Kaynaklı Atık Yönetiminde Ulusal ve Uluslararası Mevzuat

"Yat" kavramı Türk Dil Kurumu tarafından, "yarış ya da

özel geziler için kullanılan, yelkenli ya da motorlu gemi" olarak, Turizmi Teşvik Kanunu'nda (1982); "kamarası, tuvaleti, lavabosu, mutfuğu olan, ticarî olarak veya ticarî olmadan gezi ve spor amacıyla kullanılan, yük, yolcu ve balıkçı gemisi niteliğinde olmayan, taşıdığı yolcu sayısı onikiyi geçmeyen veya kabotaj seferinde yüz mille sınırlı, en yakın karadan yirmi milden fazla uzaklaşmamak şartıyla taşıdığı yolcu sayısı otuz altıyı geçmeyen ve tonilato belgesinde yat olduğu belirtilen gemi" olarak tanımlanmıştır. Gemi Adamları Yönetmeliği'nde (2002) ise "yat"lar, "ticari yatlar" ve "özel yatlar" olarak ikiye ayrılmış ve her iki ikisinde de bir gemi çeşidi olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlardan hareketle yatların bir gemi çeşidi olarak gemiler ile ilgili düzenlemelere tabi olduğu sonucuna varılabilecektir.

Gemi Atıkları ile ilgili uluslararası düzenlemelerin en başında "MARPOL 73/78 Sözleşmesi (Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Dair Uluslararası Sözleşme)" gelmektedir. Sözleşmeye ilişkin faaliyetleri "IMO (Uluslar Arası Denizcilik Örgütü)" koordine etmektedir. Sözleşme 1973 yılında imzalanmış ve 1978 yılında değiştirilmiştir. Sözleşme ismi İngilizce "Marine Pollution" kelimelerinin ilk üç harflinden türetilmiştir. Anılan sözleşme genellikle kısaca "MARPOL 73/78" olarak bilinmektedir (IMO, 2011).

"MARPOL 73/78 Sözleşmesi" nin, "Gemi Çöpleri ile Kirletilmenin Önlenmesi için Kurallar" başlıklı 5'nci Eki ile sözleşmeyi imzalayan ülkelere limanlarda atık kabul tesislerinin yapılması zorunlu tutulmuştur. Bu atık kabul tesislerin bu ekte belirtilen çöpleri kapsayacak şekilde olduğu, kullanıcı gemilerin ihtiyaçlarına göre olması gerektiği ve bu tesislerde icra edilen faaliyetlerin gemilerde gereksiz gecikmeye neden olmayacak şekilde yapılması gerektiği belirtilmiştir. "MARPOL 73/78 Sözleşmesi" ne göre denizlerin, iki yolla kirletildiği belirtilmiştir. Kirletme çeşitlerinden birincisi denizlerin petrol, pis sular, çöpler vs. ile yapılan kirletme, ikincisi ise kaza neticesinde oluşabilecek deniz kirletmesidir. Sözleşmeye göre deniz kirliliğinin önlenmesi için bu iki kirletme çeşidinin önlenmesi gerekmektedir. Türkiye "MARPOL 73/78 Sözleşmesi"nin tüm ek protokollerine (Ek I-VI) taraftır (IMO, 2021).

"MARPOL 73/78 Sözleşmesi" haricinde gemi atıklarına yönelik olarak yapılmış olan diğer uluslararası ve bölgesel ölçekli düzenlemeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Türkiye'de gemi atıkları ve limanların çevre yönetimi ile ilgili ulusal düzenlemelerin başında "Çevre Kanunu", "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", "Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği", "Limanlar Kanunu", "Limanlar Yönetmeliği", "Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirletilmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun" ve "Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirletilmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve

Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği" gelmektedir.

**Tablo 1.** Gemi Atıklarına Yönelik Uluslararası ve Bölgesel Ölçekli Düzenlemeler (Köseoğlu ve ark., Şakar 2016; Akaltan ve Işık, 2019; www.imo.org)

**Table 1.** International and Regional-scale Regulations on Ship Waste (Köseoğlu ve ark., Şakar 2016; Akaltan ve Işık, 2019; www.imo.org)

Kısa Adı	Sözleşme Tam Adı
CLC 1969 CLC 1992*	Petrol Kirliliği Hasarına İlişkin Uluslararası Sivil Sorumluluk Sözleşmesi (International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage)
INTERVENTION 1969	Petrol Kirliliği Kazalarında Açık Denizlere Müdahaleye İlişkin Uluslararası Sözleşme (International Convention Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Oil Pollution Casualties)
London Dumping Convention-LDC 1972- LC 1972	Atıkların ve Diğer Maddelerin Denize Boşaltılması Yoluyla Deniz Kirliliğinin Önlenmesi Hakkında Sözleşme (The Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter)
Barcelona Convention	Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi (Barcelona Sözleşmesi) (The Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean (Barcelona Convention))
UNCLOS 1982	Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (The United Nations Convention on the Law of the Sea)
OPRC 1990	Petrol Kirliliğine Karşı Hazırlıklı Olma, Müdahale ve İşbirliği ile İlgili Uluslararası Sözleşme (International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation)
FUND 92	Petrol Kirliliği Zararları İçin Uluslararası Tazminat Fonu Kurulmasına Dair Sözleşme (International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage)
Bucharest Convention	Karadeniz'in Kirletilmesine Karşı Korunma Sözleşmesi (Bükreş Sözleşmesi) (The Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution)
OPRC-HNS Protocol	Tehlikeli ve Zararlı Maddelerin Neden Olduğu Kirlilik Olaylarına Karşı Hazırlık, Müdahale ve İşbirliği Protokolü (Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances)
Directive 2000/59/EC	Gemilerden Kaynaklanan Atıklar İçin Liman Kabul Tesisleri 2000 /59 AB Direktifi (Port Reception Facilities for Ship-Generated Waste and Cargo Residues - 2000/59 EC Directive)
BWM-2004	Gemi Balast Suyu ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Hakkında Uluslararası Sözleşme (International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments)

\*Sözleşme 1992 yılında yenilenmiş olup bu isimle de anılmaktadır.

"Çevre Kanunu", çevre ile ilgili genel terimler, çevre kirliliği ve çevre kirliliğine engel olunması gibi konulara açıklık getiren, çevre ile ilgili Türkiye'deki en geniş çaplı kanun olarak nitelendirilebilir. Çevre Kanunu, çevrenin korunmasına yönelik tedbirlere, yasaklamalara ve cezalara yönelik düzenlemeleri kapsamaktadır. Kanunun amacı, sürdürülebilir kalkınma hususları göz önünde bulundurularak tüm canlı varlıkların içinde yaşadığı çevrenin, sürdürülebilir çevre prensipleri ışığında korunmasıdır (Çevre Kanunu, 1983).

Çevre alanında çokça karşımıza çıkan bir kavram olan "sürdürülebilir çevre" kavramını bahse konu olan kanun çerçevesinde, gelecek nesillerin ihtiyaç duyacağı bütün

çevresel değerlerin sosyal, mali, fiziki vb. alanlarda iyileştirilmesi, sahip çıkılarak korunması ve sürekli üzerine yeni şeyler koyarak geliştirilmesi olarak tanımlamak mümkündür.

Bu kanunda her bireyin, doğanın korunması ve çevre kirliliğinin engellenmesi ile yükümlülüklerinin olduğu ve konuyla ilgili yürürlüğe konulacak önlemlere ve belirtilen kurallara uymak zorunda olduğu açık bir şekilde belirtilmektedir. Anılan kanunda, faaliyetler esnasında enerjinin etkin olarak kullanılması esas olup sürdürülebilir bir çevre için işletmeler, çevreye duyarlı yeni teknolojilerin kullanılması konusunda teşvik edilmiştir.

Çevre Kanunu'nun kirletme yasağı ile ilgili sekizinci maddesinde her türlü atığı, çevreye zarar verecek şekilde doğaya bırakmanın yasak olduğu belirtilmiştir. Kirlenme ihtimalinin olduğu durumlarda ilgililer kirlenmeyi önlemek ve önleyici tedbirleri almakla yükümlü tutulmuştur. Bu husus atıklarının bertaraf edilmesi konusunda çok önemli bir çerçeve çizmektedir. Bu madde yat limanı işletmelerinde yatların hiçbir şekilde çevreyi kirletmeyeceğini, çevreyi kirletecek şekilde atıklarını dış ortamlara (denizel alana) basamayacağını açık bir şekilde belirtmektedir. Yat atıklarının doğal olarak bir kirlenme ihtimali oluşturacak olmasından dolayı bahse konu olan kanun yatların yanı sıra yat limanı işletmelerinin de kirlenmeyi durduracak şekilde önlem almasını ifade etmektedir.

Gemi atıkları ve limanların çevre yönetimi ile ilgili bir diğer düzenleme olan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", ülkedeki su kaynakları potansiyelinin korunması, kaynakların etkin şekilde kullanılması ve su kirlenmesine mani olmak amacıyla gerekli olan hukuki ve teknik esasları düzenleyen yönetmeliktir. Anılan yönetmelik bu esasları sağlarken sürdürülebilir kalkınma hedeflerini göz önünde bulundurur. Yönetmelik, su kaynaklarının kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin esasları, atık suların boşaltma prensiplerini, atık suların boşaltımına ilişkin izin esasları, atık su altyapı tesislerine ilişkin esasları ve su kirliliğinin engellenmesi maksadıyla yapılacak denetim esaslarını kapsamaktadır.

"Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" gemi atıklarının yönetimi konusunda en önemli yönetmeliklerden birisidir. Bu yönetmeliğin amacı, gemilerin normal faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atıkların denize atılmasına engel olunması için atıkların transfer edilmesi ve depolanması süreçlerinin yönetilmesine, atık bertarafı için limanlarda kurulması gereken atık kabul tesislerine ve atık alma gemilerine ilişkin esasları düzenlemektir. Yönetmelik hükümleri, "Türkiye'nin deniz yetki alanlarında bulunan gemileri, bu alanlarda bulunan limanlarda yapılması gerekli atık kabul tesislerini, atık alma gemilerini ve atıkların bertaraf tesislerine taşınmasını" kapsamaktadır. Bahse konu olan yönetmelikte "gemi" kavramı "kullanma

amacı ne olursa olsun, denizde ve iç sularda kürekte başka bir aygıtla yola çıkabilen, tüm deniz araçları, hava yastıklı tekneler, hidrofil botlar, platformlar ve denizaltılar gibi her türlü yapı ve tipteki tekne" olarak, "liman" kavramı ise "Tersaneler, marinalar ve yat limanları ile balıkçı ve gezinti tekneleri de dâhil olmak üzere tüm gemilerin muhtelif faaliyetlerinde kullanabilmeleri amacı ile inşa edilmiş ve donatılmış deniz ve kıyı yapıları" olarak tanımlanmıştır (Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2004). Buradan hareketle bahse konu olan yönetmeliğin yatlar ve yat limanı işletmeleri için atık yönetimi konusunda bağlayıcılık oluşturduğu net bir şekilde ifade edilebilecektir.

"Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" deniz ve çevresinin korunmasına yönelik olarak gemilerden çıkan atıkları denize atmanın yasak olduğunu ve gemi atıklarının atık tesislerine transfer edilmesi süreçlerinde sorumlu kişilerin, doğaya zarar vermeyecek önemleri alması gerektiğini belirtilmektedir (Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

"Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" yönetmelikte tanımlanan atıklar dışında kalan atıkların bakanlık (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) izni dışında limanlara alınmasını yasaklamakta ve limanlarda atık kabul tesislerinin kurulmasını zorunlu tutmaktadır. Devamında ise atık yönetim süreçlerine ilişkin "Liman Yöneticilerinin Yükümlülükleri"ni de net bir şekilde ifade etmektedir. Buna göre liman yöneticileri; atıkların gecikmeye mahal verilmeksizin alınması, atık kabul tesislerinde toplanan atıkların "2872 Sayılı Çevre Kanunu" ve ilgili yönetmelikler gereğince bertaraf işlemlerinin yapılması ve toplanan atıklara ilişkin "Atık Transfer Formu" doldurularak aylık periyotlarla ilgili valiliklere gönderilmesi konusunda yükümlü tutulmuştur (Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

Bir diğer mevzuat olan "Limanlar Kanunu", "Türkiye limanlarına girip çıkan bütün gemiler ve deniz araçları"nın uymakla yükümlü olduğu bir kanun olması sebebi ile yatlar ve yat limanı işletmeleri için de bağlayıcılık oluşturduğu değerlendirilmektedir (Limanlar Kanunu, 1925:2). Bu kanunda net olmayan hususlar "Limanlar Yönetmeliği" ile detaylandırılmıştır.

"Limanlar Yönetmeliği", limanlarda idari sınırları, idari sahaları, demirleme sahalarını belirlemekte, bu idari sahalarda gemilerin manevralarında uyacakları kuralları, yük ve yolcu işlemlerini, kılavuzluk ve römorkörcülük ile ilgili işlemleri ve idari sahadaki çeşitli emniyet ve disiplinin ile ilgili hususları düzenlemektedir (Limanlar Yönetmeliği, 2012). "Limanlar Yönetmeliği" amaç kısmında belirtildiği üzere daha gemilerin liman içi manevra kurallarını düzenlemeye yönelik olmasına rağmen yönetmeliğin 23. maddesi çevre konusunda dikkat edilecek kuralları



düzenlemeye yöneliktir.

Bu alanda bir diğer kanun olan "Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun";

- gemiler ya da kıyı tesislerindeki çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkabilecek acil durumlarda kirlenme tehlikesini önlemek için uygulanacak hal tarzını, olay vukuu bulmuşsa zararların tespit saptanması ve ödetilmesine yönelik esasları,

- kirlenmeye yönelik uluslararası zorunlulukların uygulama şeklini,

-kanunun bağlayıcılık oluşturduğu gemiler, kişiler ve tesislerin görev alanları ile sorumluluk dağılımlarını,

belirlemektedir (Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun, 2005).

Bahse konu kanunun, bu amaçları çerçevesinde uluslararası ve milli hukuk kuralları neticesinde oluşan yükümlülüklerini göz önünde bulundurduğu ayrıca belirtilmiştir.

"Petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmeye neden olabilecek faaliyetleri icra eden kıyı tesisleri" anılan kanun kapsamı içerisinde tutulmaktadır (Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun, 2005). Yat limanı işletmelerinde icra edilen akaryakıt transferleri kirlenmeye neden olabilecek faaliyetler olarak değerlendirilmekte olup bahse konu olan kanunun bu yönüyle yat limanı işletmeleri için bağlayıcılık oluşturduğu değerlendirilmektedir.

"Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği" ise "Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun" hükümlerinin verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayacak ilkeleri ve bu uygulamaların tatbikine ilişkin alınacak önlemleri ve uygulamaya ilişkin yöntem ve düzenlemeleri açıklamaktadır.

### **Mavi Kart Sistemi (MKS)**

Denizcilik atıklarına yönelik olarak "Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü" tarafından 2020/21 sayılı "Denizcilik Atıkları Uygulaması Hk." genelgesi yayımlanmıştır. Bahse konu genelgede Türkiye'nin deniz yetki alanlarında gemilerden kaynaklanan atık faaliyetlerinin yürütülmesinde atık bildirme yöntemleri ve atık alımından sorumlu kişilerin atıkların transferi esnasında kullanmaları zorunlu tutulan

"Gemi Atık Takip Sistemi" ile "Mavi Kart Sistemi"ni kapsamakta olan "Denizcilik Atıkları Uygulaması (DAU)"na yönelik hal tarzı anlatılmıştır.

Bahse konu genelge gereğince;

"Denizcilik Atıkları Uygulaması (DAU)"; "Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği uyarınca gerçekleştirilecek iş/işlemlerde kullanılacak olan ve Gemi Atık Takip Sistemi ile Mavi Kart Sistemi'ni kapsayan çevrim içi uygulamayı" ifade etmektedir.

"Gemi Atık Takip Sistemi (GATS)"; "150 GRT ve üstündeki petrol tankerleri ile 400 GRT ve üstündeki diğer gemilerin ve bu gemilere hizmet veren kıyı tesislerinin Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri gereğince gerçekleştirecekleri işlemleri çevrimiçi olarak düzenleyen uygulamayı" ifade etmektedir.

"Mavi Kart Sistemi (MKS)"; "Bayrağı ne olursa olsun GATS kapsamı dışında kalan atık üretecek donanıma sahip olan bütün gemiler ile bu gemilere hizmet veren kıyı tesislerinin (balıkçı barınakları, yat limanları, çekek yerleri ve buna benzer kıyı tesisleri ile kara ile bağlantısı olmayan yüzer tekne bağlama yerleri ve platformlarda) Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri gereğince gerçekleştirecekleri işlemleri çevrimiçi olarak düzenleyen uygulamayı" ifade etmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi belirli bir tonaj üzerinde bulunan gemilerin atık bertaraf sorumluluklarının verimli olarak takibini yapmak amacıyla yürürlüğe konulan "Gemi Atık Takip Sistemi"nin en büyük getirisi, gemilerin atık yönetim sürecinde yapmaları gereken bildirimlerin elektronik ortam üzerinden veri girişi yapılarak takip ve kontrolünün sağlanması olmuştur.

"Mavi Kart Sistemi" ise yukarıda GATS içerisinde belirtilen gemiler dışında atık üretecek bütün gemilerde ve bu gemilerin liman yapılarında yürütülecek transfer sürecinin elektronik ortamda takibini yapmak ve atıkların takibi sürecinin daha kolay ve hızlı bir şekilde yürütülmesine imkân sağlamaktadır. Yatlar tonajlarının küçük olması sebebi ile atık işlemlerini MKS'ye göre yürütmektedirler.

Bahse konu genelgede ayrıca Bakanlığın, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinin, gemi acenteleri ve gemilerin, denetçi kurum/kuruluşların ve atık alma gemisi işleticilerinin yükümlülükleri detaylı olarak belirtilmiştir.

### **Bulgular ve Tartışma**

Genel anlamda limanlar çevre açısından oldukça karmaşık sistemlerdir. Bir limanın varlığı ve kurulumlarının herhangi bir şekilde genişletilmesi, belirli bir habitat kaybı anlamına gelmektedir. Limanlarda gerçekleştirilen normal faaliyetler bir şekilde, atık su deşarjları, hava kirliliği, gürültü, toprak kirliliği, tarama, atık üretimi, kazayla suya veya havaya salınımlar, vb. çevresel etkilerle ilişkilendirilebilir (Trozzi



ve Vaccaro, 2000). Bu çevresel etkilerden biri olan gemi kaynaklı kirliliği önlemek amacıyla son yıllarda yapılan çalışma ve düzenlemeler artmıştır.

Yat atıklarından yönetilmesine yönelik yürürlükte olan uluslararası ve ulusal mevzuattan yukarıda bahsedilmiştir. Yatların atık yönetimine ilişkin olarak ulusal ve uluslararası anlamda tek bir mevzuat bulunmamakta olup yatlar atık yönetimi için bir çok mevzuatta bahsedilen hususu yerine getirmek durumundadır. Mevzuatlar incelendiğinde ise farklı odak noktaları olduğu görülmektedir. Aşağıda yatların atık yönetimi için tabii oldukları ulusal mevzuat ve ilgili mevzuatın odak alanı anahtar kelimeler şeklinde tabloda verilmiştir.

**Tablo 2.** Atık Yönetimi İçin Ulusal Mevzuat ve Odak Alanları  
**Table 2.** National Legislation and Focus Areas for Waste Management

Kısa Adı	Sözleşme Tam Adı
Çevre Kanunu	- "çevrenin korunması"
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	- "su kaynakları potansiyelinin korunması" - "su kirlenmesinin önlenmesi"
Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	- "atıkların alınması" - "atıkların depolanması" - "atıkların bertaraf tesislerine taşınması" - "atık kabul tesisleri" - "atık alma gemileri"
Limanlar Kanunu/Yönetmeliği	- "demirleme sahalarının belirlenmesi" - "deniz araçlarının manevra kuralları" - "yük ve yolcu tahliye işlemleri" - "kılavuzluk ve römorkörcülüğü işlemleri" - "seyir, can, mal, çevre güvenliği ve emniyeti"
Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun/Uygulama Yönetmeliği	- "acil durumlarda kirlenme tehlikesinin ortadan kaldırılması" - "kirlenmenin azaltılması" - "kirlenme sonucu ortaya çıkan zararların tespit ve tazmin esasları" - "uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi esasları"

Çalışmanın yukarıdaki kısımlarında da belirtildiği üzere "yat"lar için birçok tanımlama mevcuttur. Yatların çok farklı tanım, boyut ve özelliklere sahip gemiler oldukları göz önünde bulundurularak, yatların çevre yönetimi ve atık yönetimi için belirtilen farklı odak noktası içeren farklı mevzuatlar yerine tüm mevzuatlarda geçen hususları içerecek şekilde ulusal bir mevzuat oluşturulmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin deniz yetki alanlarında yatlardan kaynaklanan atıkların yönetimi için geliştirilen "Mavi Kart Sistemi"nin faydaları; çevrimiçi uygulama ile 7/24 atık takibi yapılabilmesi, geminin durdurulmasına gerek olmadan kontrol sağlanabilmesi, toplanan atıklara ilişkin envanter kaydı yapılabilmesi, ulusal ve uluslararası yükümlülüklerin sağlanması ve denizlerin gemi kaynaklı atıklar nedeniyle kirlenmesinin engellenmeye çalışılmasıdır (Kabak, 2019).

Öte yandan Parker (2020) Mavi Kart Sistemi'nin gerçek bir fayda sağlamaktan çok uzakta olduğunu, yat limanı

işletmelerinin ve kıyı tesislerinin halihazırdayeterli alt yapı donanımına sahip olmadıklarını belirtmekte ve konuya ilişkin problemleri aşağıda olduğu gibi sıralamaktadır:

- Yoğun dönemlerde yat limanı işletmecileri yüksek miktarlarda sıvı atığı almaktan kaçınmaktadırlar.
- Bir koya sabit olarak demirleyip (Özellikle Göcek bölgesi) uzun sürelerce orda bulunan tekneler denetlenilememektedir.
- Alım tesislerinin yakıt istasyonuna konulmuş olması uygulamada sıkıntılara sebep olmaktadır. Tekneler atıklarını vermek için, sefere çıkacakmış gibi hazırlık yapmakta dönüşte tekrardan tekneyi neta etmek zorunda kalmaktadır.
- Tekerlekli kara tankerleri ile atık toplanması durumunda atık miktarı ölçülememekte, tekne tarafından belirtilen miktar esas alınmaktadır.

- Mavi kartlar bir çok yerde elektronik olarak okutulamamakta, daha sonra işlenmek üzere makbuzlar verilmekte ve bu durum sistem amacının atık kontrolü yerine makbuz biriktirmek olduğu yönünde bir algıya sebep olmaktadır.

Tuğdemir ve ark. (2016), günümüzde tüm alanlarda en çok kullanılan kavramlardan birinin "sürdürülebilirlik" olduğunu, çevresel sürdürülebilirliğin, deniz turizminin geleceği bakımından oldukça önemli bir kavram olduğunu ve deniz turizminin vazgeçilmez bir parçası olan yat limanı işletmeleri için de çevresel sürdürülebilirliğin büyük önem arz ettiğini belirtilmiştir. Bu kapsamda; yat limanı işletmelerinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için tüm işletmeciler ve kullanıcılarının da çevresel sürdürülebilirlik yaklaşımları benimsemesi gerektiği belirtilmiş olup yat limanı işletmelerinde çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili en önemli konunun "atık yönetimi" olduğu vurgulanmıştır. Yatlarda ve yat limanı işletmelerinde atık yönetimi kapsamında geliştirilen Mavi Kart Sistemi'nin 2015 yılından itibaren Türkiye'deki yat limanı işletmelerinde kademeli olarak kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir. Anılan çalışmada, yatların seyir güzergâhlarında bulunan yat limanlarına atıklarının verilebilmesinin çevre emniyeti ve sürdürülebilirlik açısından önem arz ettiği belirtilmiştir.

Buradan hareketle Mavi Kart Sistemi'nin başarıya ulaşmasının sadece bazı yatlarda ve bazı işletmelerde uygulanmasıyla mümkün olmayacağı, yatların seyir yapan unsurlar olduğu ve farklı limanlara ziyaret ettikleri göz önünde bulundurularak, sistemin başarısının tüm unsurlarının organize gayretiyle sağlanabileceğini söylemek mümkündür.

Mavi Kart Sistemi'nin işleyişi ve işleyişte karşılaşılan sorunların ortaya konulmasını amaçlayan başka bir çalışmada (Koşar Danışman ve ark., 2016);

- Güney Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren yat limanı işletmelerinde, mevcut atık alım noktalarının yeterli olmadığını ve eksik bölgeler için yeni atık alım noktaları

oluşturulması gerektiği,

- Bazı işletmelerin zaman zaman sisteme bağlanamadığını veya sistemden otomatik olarak veri işleme yapamadığı,

- Güney Ege Bölgesi'nde yoğunluğu fazla olan bazı yat işletmelerinin yoğunluğa bağlı olarak zaman zaman sıkıntılar yaşadıkları,

- İlgili mevzuatın eksik yönlerine yönelik olarak; teknelere yönelik yaptırımların yetersiz olduğu, belediyelere yönelik yaptırımın olmaması ve bazı belediyelerin atıkları derin su deşarjıyla denize boşalttığı, prosedürlerin oldukça yoğun olduğu ve teknelere yapılan denetimlerin seyrek olduğu,

belirtilmiştir.

Bahse konu olan çalışmada çözüm önerileri olarak ise;

- Kıyı atık alım tesislerinin artırılması ve buna paralel olarak, atık alım gemi sayılarının artırılması,

- Kullanılan yazılımda karşılaşılan iletişim sorununun giderilmesi,

- Mavi Kart Sistemi ile ilgili Bakanlık veya Çevre İl Müdürlükleri'nde konuya hâkim ve teknik destek sağlayabilecek yeterlilikte bilgili personelin bulundurulması,

- Tekne sahipleri/yatçıların gereken bilince sahip olması gerektiği,

belirtilmiştir.

## Sonuç

Genel anlamda gemi kaynaklı atıkların yönetiminin temel hedefi, çevre kirliliğinin engellenmesidir. Yasal ve teknik bir zeminde ciddi bir çevre koruma politikası geliştirmeyen ülke denizlerinde, deniz taşıtlarının, atıklarını en kolay ve en ucuz şekilde kontrolsüz alanlara boşaltmak suretiyle bertaraf ettiği bilinmektedir. Bu durumda ülkemizin de özellikle iç denizler barındırması sebebi ile daha sıkı tedbirler alması ve uygulaması gerekmektedir (Aktoprak ve ark., 2015).

Yatlardan kaynaklanan atıkların toplanması ve "Atık Kabul Tesisleri"ne alınması, uluslararası ve ulusal yükümlülüklerin bir gereği olup, bu alana gereken önemin verilmesi ile yatlardan kaynaklanan atıklar ile oluşan deniz kirliliğinin önlenebileceği kıymetlendirilmektedir. "Atık Yönetimi", çevre kirliliğinin önlenmesinde ve sürdürülebilir çevre konusunda bir yapı taşı niteliğinde olup bu kavram aynı zamanda Aktoprak ve ark. (2015) belirttiği üzere ekonomik bir değer de ifade etmektedir.

Yukarıda incelendiği üzere yat kaynaklı atıkların yönetimi için uluslararası ve ulusal düzeyde yasal düzenlemeler mevcuttur ancak düzenlemeler farklı odak alanlarına sahiptir. Yatların yapıları gereği özel gemiler olması

sebebiyle, yatların çevre yönetimi ve atık yönetimi için belirtilen tüm mevzuatlarda geçen hususları içerecek şekilde ulusal bir mevzuat oluşturulmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Yat atıklarının takibi maksadıyla geliştirilen Mavi Kart Sistemi'nin ilişkin farklı çalışmalarda belirtilen hususlar yukarıda belirtilmiştir. Buna göre uygulamanın faydalı olduğu alanlar olmakla birlikte yetersiz görülen birçok alan mevcuttur. 2015 yılından itibaren kademeli geçiş uygulanan sistemin sürekli bir gelişme içerisinde olduğu göz önünde bulundurularak sistemle ilgili güncel araştırmalara ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda sistemin, atıkların çevrimiçin takibine olanak sağlaması açısından teorik olarak faydalı olduğu düşünülmekle birlikte daha detaylı ve güncel saha araştırmaları yapılarak sistemin avantaj ve dezavantajlarının tekrar gözden geçirilmesi ve yetersiz görülen alanlara ilişkin çözüm önerileri üretilmesi faydalı olacaktır. Yapılacak araştırmanın ülkemizde uygulanmakta olan yasal çerçeveye göre geliştirilmiş olan bu sistemden hareketle ülkemizde uygulanan yasal mevzuatın yeterli olup olmadığı ve ilave yasal düzenleme ihtiyacı olup olmadığı hususunda da önemli ipuçları verebileceği değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda, yukarıda belirtilen önerileri dikkate alan yatların atık yönetimi için ulusal bir mevzuat oluşturmalı ve hızlı bir şekilde yürürlüğe konulmalıdır. Bunun sağlanması gelecek nesillere bırakabileceğimiz en büyük miraslardan biri olan temiz çevre açısından ve ülkemizin yat turizmi cazibesi açısından önem arz etmektedir.

Öte yandan, bu çalışma yat atıklarının yönetimine ilişkin farklı kaynaklarda geçen hususları derlemesi açısından önem arz etmekle birlikte müteakip dönemlerde çalışmada belirtilen alanlarda yat ve yat işletmecilerinin katılımıyla nitel araştırma yöntemleriyle saha araştırması yapılması veya Mavi Kart Sistemi'ne ilişkin istatistiksel veriler toplanarak nicel ölçekli çalışmalar yapılması, atık yönetimi ve en nihayetinde çevre yönetimi alanında yat turizmine büyük katkılar sağlayacaktır.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

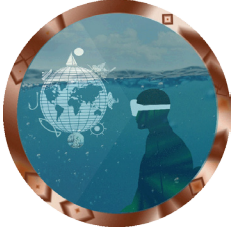
Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

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

## Kaynaklar

- Akaltan, C. & Gökdemir Işık, N. (2019). Marinalarda çevre yönetimi uygulamaları: Türkiye marinaları üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, UDTS Özel Sayı: 73-91.
- Aktoprak, A., Beceren, E. & Toröz, A. (2015). Liman işletmeciliğinde atık alım faaliyetleri "Çanakkale Liman İşletmesi Örneği". *II. Ulusal Liman Kongresi Sunumu*, Çevre Kanunu, (1983). T. C. Resmi Gazete, 18132, 11.08.1983.
- ÇŞB, (2020). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2020/21 Sayılı "Denizcilik Atıkları Uygulaması Hk." Genelgesi.
- Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun, T.C. Resmi Gazete, 25752, 11.03.2005.
- Deniz Turizmi Yönetmeliği, (2009). T. C. Resmi Gazete, 27298, 24.07.2009.
- Deniz Turizmi Yönetmeliği Uygulama Tebliği, (2010). T. C. Resmi Gazete, 27565, 28.04.2010.
- Gemi Adamları Yönetmeliği, (2009). T. C. Resmi Gazete, 24832, 31.07.2002.
- Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, T. C. Resmi Gazete, 25682, 26.12.2004.
- IMO, (2011). *MARPOL Consolidated Edition 2011*. Fifth ed. London, CPI Group (UK)Ltd. Retrieved on December 21, 2021 from [http://www.idgca.org/doc/app5\\_290115.pdf](http://www.idgca.org/doc/app5_290115.pdf)
- IMO, (2021). *Status of Conventions*. Retrieved on December 21, 2021 from <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/StatusOfConventions.aspx>
- Kabak, H. S. (2019). Tekne Atıklarına Yönelik Uygulamadaki Mavi Kart Sisteminin Geliştirilmesi ve İklim Değişikliğinin Azaltımına Etkilerinin Belirlenmesi: Fethiye Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 52 s.
- Koşar Danışman, İ., Koç, E. & Kılıç, A. (2016). Türkiye'de Yatçılık Faaliyetlerinde Mavi Kart Uygulaması ve Uygulamada Yaşanan Sorunlar. *3. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu Sunumu*.
- Köseoğlu, B., Töz, A. C. & Şakar, C. (2016). Deniz atıklarının değerlendirilmesi ve geri dönüşümü: İstaç örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, ULK 2015 Özel Sayı:153-177.
- Limnlar Kanunu, (1925). (Kanun No:618), T.C. Resmi Gazete, 95, 20.04.1341.
- Limnlar Yönetmeliği, (2012). T. C. Resmi Gazete, 28453, 31.10.2012.
- Paker, S., Paker, N., (2020).Mürettebatlı Yat Kiralama Hizmetinin Sürdürülebilirlik Analizi ve Öneriler. *Journal of Maritime Transport and Logistics*, 1(1):9-19.
- Satır, T, Doğan-Sağlamtimur, N., (2014). Adaptation of port waste reception facilities to ballast water treatment system: Turkish port perspective. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(11A): 2895-2898.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, (2004). T.C. Resmi Gazete, 25687, 31.12.2004.
- Subaşı, E. & Doğan-Sağlamtimur, N., (2013). Performance evaluation of the Martas port waste reception facility treatment plant (Tekirdağ, Turkey). *Desalination and Water Treatment*, 51(13-15): 3040-3046.
- Trozzi, C. & Vaccaro, R. (2000). *Environmental Impact of Port Activities*, in: Brebbia, C.A. and Olivella, J. (eds.), *Maritime Engineering and Ports II*, WIT Press, Southampton, pp. 151-161.
- Tuğdemir, G., Soğukpınar, H., Özbolat, M. & Cerit, A. G. (2016). Marina işletmeleri ve Kullanıcıların sürdürülebilir çevreye etkisi: İzmir için kalitatif bir çalışma. *3. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu Sunumu*.
- Turizmi Teşvik Kanunu, (1982). T. C. Resmi Gazete, 17635, 16.03.1982.



## Farklı protein kaynaklarının Neon tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936) juvenillerinin proteaz aktivitesi üzerine etkisi

İsmail Erbatur<sup>1</sup>, Kaya Gökçek<sup>2\*</sup>

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

Received: 10.02.2022

Accepted: 04.03.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Fisheries Research Institute, Eğirdir, Isparta, TURKEY

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal University Agriculture Faculty Department of Animal Nursery, Hatay, TURKEY

### Anahtar Kelimeler

Neon tetra  
Proteaz aktivitesi  
Protein kaynakları  
İnhibisyon oranı

### ÖZET

Neon tetra, *Paracheirodon innesi*, akvaryum sektörü açısından oldukça yüksek değere sahip bir balık türüdür. Bu çalışmada, farklı protein kaynaklarının (soya protein konsantresi, soya unu, balık unu, karides unu, krill unu, mısır glütenu, ve tavuk unu) erken dönem proteaz enzimleri üzerine inhibe edici etkilerini bulmak amacıyla invitro analizler yapılmıştır. Çalışma sonunda, en yüksek inhibisyon oranı bitkisel protein kaynaklarından soya protein konsantresinden (%53,59±0,58) elde edilmiştir. Diğer yandan, en düşük inhibisyon oranları karides ve tavuk unundan elde edilmiştir (sırasıyla, %21,88±0,74 ve %21,88±1,26) (p>0,05). Sonuç olarak, bu türün erken dönem beslenmesinde karma yemlerinde soya protein konsantresinin protein kaynağı olarak kullanılmaması gerektiği kanaati doğmuştur.

## Effect of different protein sources on protease activity of Neon tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936) juveniles

### ABSTRACT

Neon tetra, *Paracheirodon innesi*, is a highly valuable fish species for the aquarium sector. In this study, to determine the inhibitory effects of different protein sources (soybean protein concentrate, soybean meal, fish meal, shrimp meal, krill meal, corn gluten and chicken meal) on early life stage proteases, invitro assays were applied. At the end of the study, the highest inhibition ratios were obtained from soybean protein concentrate (53.59±0.58%) as plant protein sources. On the other hand, the minimum inhibition ratios were obtained from shrimp and chicken meal (21.88±0.74% and 21.88±1.26%, respectively) (p>0.05). In conclusion, it is concluded that the soy bean protein concentrate should not be used in the commercial diets as protein source on on-growing size of this species.

### Keywords

Neon tetra  
Protease activity  
Protein sources  
Inhibition ratio

### Giriş

Akvaryum balıkları yetiştiriciliği sektörü, ekonomisi bu türlerin ihracatına dayalı gelişen ve gelişmekte olan ülkeler açısından oldukça yüksek ticari öneme sahiptir (Sanaye ve ark., 2014). Neon tetra, *Paracheirodon innesi*, balığı da dünya akvaryum sektöründe çok önemli yere sahip bir tatlı su balığı türüdür. Charasidae familyasına dâhil olan bu tür, Güney Amerika kıtasında özellikle Kolombiya, Peru ve Brezilya'nın akarsularında doğal yayılım gösterir. Omnivor beslenme özelliğine sahip

olan tür, ortalama 2-3 cm boya ulaşabilir (Sealey ve ark., 2009).

Balık yetiştiriciliği sektöründe çalışan yem üreticisi ve balık çiftlik işletmeleri açısından bakıldığında en önemli husus, balıklara sunulan yemlerin en verimli şekilde sindirilmesi ve dolayısıyla balıkların verilen proteinden en yüksek derecede faydalanabilmesidir. Bunun için, hazırlanan yem rasyonunun o türe özgü en uygun protein miktar ve kompozisyonuna sahip olması beklenir (Halver, 2002). Gerek balık unu yapımında kullanılan ve doğadan avcılık

### Cite this article as

Erbatur, İ. & Gökçek, C. K. (2022). Effect of different protein sources on protease activity of Neon tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936) juveniles. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 31-34. (in Turkish)



yolu ile elde edilen balık türlerinin stoklarının korunması açısından, gerekse yem üreticileri yem maliyetlerini minimize edebilmek amacıyla balık yemlerinde balık ununa alternatif olarak yerini ikame edebilecek hammaddeleri uzun süredir kullanmaktadırlar. Ancak, her ne kadar aminoasit kompozisyonu açısından balık ununa benzer bitkisel ve hayvansal yem hammaddeleri hali hazırda kullanılıyor olsa da, balıkların büyüme performansı, sağlıkları ve pelet kalitesinde halen istenilen başarıya ulaşamamıştır.

Bu türün erken dönem beslenme özelliklerinin tespiti (Sanaye ve ark., 2014), tam kontrollü şartlarda üretimi (Kucharczyk ve ark., 2010), stok yoğunluğunun büyüme ve yaşama oranları üzerine etkisi (Budiyardi ve ark., 2008), ışık yoğunluğunun iridoforların oluşumuna etkisi (Yoshioka ve ark., 2011), ten rengi değişimine etkileyen faktörler (Clothier ve Lythpoe, 1987) ve dünyadaki ticari işlem hacmi üzerine (Mayoza ve ark., 2018) farklı alanlarda bir çok bilimsel araştırma yapılmıştır. Ancak, erken dönem sindirim enzimleri ve bunlar üzerinde etkisi olan faktörler üzerinde henüz bir bilimsel çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma ile kuluçkahane şartlarında üretilmiş olan Neon Tetra balıkların proteaz aktiviteleri üzerine bitkisel ve hayvansal kökenli protein kaynaklarının olası inhibe etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Balık Materyali

Denemede kullanılan balıklar bir ticari akvaryum balıkları üretim tesisinden temin edilmiştir. Deneme, bir çift damızlıktan elde edilen juveniller üzerinde yapılmıştır. Balıklar, aynı ortamda 35 gün süre ile Artemia nauplii ile beslenmiş, takip eden 5 gün içerisinde %47,5 ham protein içeren ticari bir karma yeme dereceli olarak geçiş yapmıştır. Balıklar günde 3 öğün ad libitum olarak elle beslenmiştir. Analizlerde kullanılacak olan örnek balıklar 40. günde son yem alışlarından 1 saat sonra rastgele seçilmiş, 1,5 mL'lik ependorf tüplere teker teker konulmuş ve kuru buz içerisinde invitro analizlerin yapıldığı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Uygulama Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örnekler, analize kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

### Enzim Analizleri

#### Proteaz Aktivitesinin Ölçümü

Araştırmanın 40. gününde örneklenen Neon tetra balığı juvenillerinin toplam proteaz enzim aktivitesi spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür (Walter, 1984). Analizin mantığı; substrat ortamında (kazein, %1), balıklardan elde edilen sindirim enzimlerinin tampon çözelti olan Tris-HCl (50 mM, pH 9,0) ile reaksiyona sokulması, 37°C'de 1 saatlik inkübasyon süresi sonrasında

karışıma 500µL Trikloroasetikasit (TCA) (%20) eklenerek durdurulması ve absorbansın spektrofotometrede 280 nm'de ölçülmesine dayanmaktadır.

### İnhibisyon Analizleri

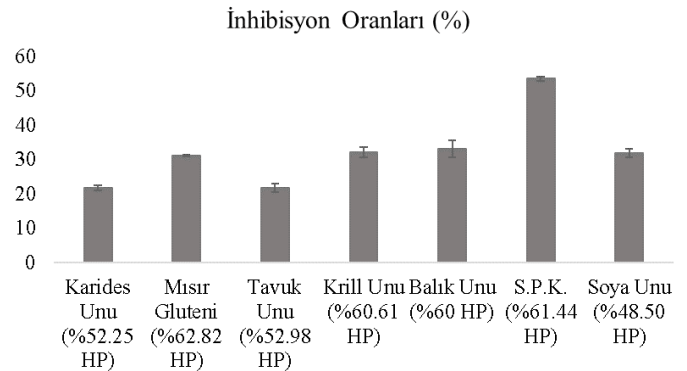
Ticari balık yemlerinde protein kaynağı olarak kullanılan soya protein konsantresi (S. P. K.), soya unu, balık unu, karides unu, krill unu, mısır glütenu, ve tavukununun sahip olduğu ham protein oranları Kjeldahl metoduyla tespit edilmiştir. İnhibisyon oranlarının tespiti için ilk önce balık örneklerinden elde edilen enzim ekstraktları (20 µl) ile yemlerde kullanılan protein kaynakları (20 µl) 25°C'de 60 dk tampon çözelti içinde (Tris-HCl pH 9,0, 500 µl) inkübe edilmiştir. Kontrol grubunda test edilen protein kaynağı yerine saf su kullanılmıştır. Daha sonra, karışıma kazein (%1,1, 100 µl) eklenmiş ve inkübasyona 2 saat süreyle devam edilmiştir. Reaksiyon, TCA (%12, 500 µl) eklenerek durdurulmuş ve karışımın absorbans değeri spektrofotometrede 280 nm'de ölçülmüştür (Garcia-Carreno 1996, Alarcon ve ark., 1999).

### İstatistik Analizler

Verilerin ön değerlendirmesinde Barlett's homojenite ve Kolmogorov-Smirnov normalite testleri kullanılmıştır. One-way ANOVA testi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi SPSS 16.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### Sonuçlar

Çalışma boyunca su sıcaklığı 23±0,55°C, pH 7,89±0,98 ve çözünmüş oksijen miktarı ortalama 6,89±1,03 mg/L olarak ölçülmüştür. Karma yeme tamamen geçiş yapmış bireylerin ortalama proteaz aktivitesi 7,50±1,11 U/mg olarak bulunmuştur. Denemede test edilen farklı protein kaynaklarının Neon tetra balığının proteaz enzimlerini inhibe etme oranları Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Farklı protein kaynaklarının Neon tetra balığının proteaz enzimlerini inhibe etme oranları

**Figure 1.** The inhibitor ratios of different protein sources on protease enzymes of Neon tetra fish

Çalışma sonunda, en yüksek inhibisyon oranları bitkisel kökenli protein kaynaklarından soya protein

konsantresinden (%53,59±0,58) elde edilmiştir (p>0,05). En düşük inhibisyon oranları ise karides ve tavuk unundan elde edilmiştir (sırasıyla, %21,88±0,74 ve %21,88±1,26) (p>0,05). Öte yandan, mısır glütenu (%31,14±0,22), krill unu (%32,18±1,58), balık unu (%33,06±2,47) ve soya ununun (%31,89±1,29) proteaz enzimlerini inhibe etme oranları arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05).

## Tartışma

İnhibisyon analizleri, ağırlıklı olarak karma yeme geçiş yapılan ve en çok kayıpların yaşandığı erken larval dönemde yapılmaktadır. Kültür türlerinden çipura, *Sparus aurata* (Alarcon ve ark., 1999), Turna, *Esox lucius* (Töre ve ark., 2014), Rus mersini, *Acipenser gueldenstaedtii* (Gökçek ve ark., 2016), Sibiry mersini, *A. baerii* (Alptekin ve Gökçek, 2016), Çuka balığı, *A. rathenus* (Kurt ve Gökçek, 2018) ve Yayın balığı, *Silurus glanis* (Gökçek ve ark., 2018) erken larval dönemde farklı protein kaynaklarının proteaz aktiviteleri üzerine olası inhibisyon etkilerinin incelendiği karnivor balık türlerinden bazılarıdır. Bu türlerin erken larval dönemde ihtiyaç duydukları yüksek protein miktarı ve aminoasit kompozisyonu nedeni ile balık unu çeşitleri inhibisyon değerinin en düşük çıktığı yem hammaddeleri olmuştur (Alptekin ve Gökçek, 2016; Gökçek ve ark., 2016; Gökçek ve ark., 2018). Bunun yanında, krill unu (%43,49 HP) ve soya protein konsantresi (%60 HP) inhibe etme oranı düşük hammaddeler grubunda kabul görmektedir (Töre ve ark., 2014; Kurt ve Gökçek, 2018). Bu çalışmanın konusunu oluşturan Neon tetra balığı omnivor beslenen bir balık türüdür. Üzerinde çalışılan balık türlerinin beslenme

rejimlerindeki farklılıklar ve optimum büyüme, gelişme ve yaşama oranı için ihtiyaç duydukları protein miktar ve kompozisyonları arasındaki farklar nedeni ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar oldukça makul görülmektedir.

## Sonuç

Sonuç olarak, Neon tetra balıkların karma yeme geçiş döneminde yüksek proteine sahip soya protein konsantresinin ticari yem rasyonlarında bulunmasının proteaz enzimlerinin düzenli çalışmasına olumsuz etkisi olduğu söylenebilir. Bu nedenle, türe özgü rasyonların ticari olarak üretilmesi durumunda, karma yemlerine bu yem hammaddesinin kullanılmasının uygun olmadığı kanaatindeyiz. Ancak, farklı yem hammaddelerinin enzimatik aktivite üzerindeki etkilerinin daha detaylı tespit edilebilmesi için, ileriki çalışmalarda hidroliz derecelerinin ve sıralı protein hidroliz analizlerinin yapılması tavsiye edilmektedir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Yazarların katkısı aynıdır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

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

## Kaynaklar

- Alarcon, F. J., Moyano, F. J., Diaz, M., Fernandez-Diaz, C. & Yufera, M. (1999). Optimization of the protein fraction of microcapsules used in feeding of marine fish larvae using in vitro digestibility techniques. *Aquaculture Nutrition*, 5: 107-113.
- Alptekin, C. & Gökçek, K. (2016). Balık yemlerinde kullanılan farklı protein kaynaklarının Sibiry mersini, *Acipenser baerii* Brandt 1869, juvenillerinin proteaz aktivitesi üzerine etkileri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3: 201-207. <https://doi.org/10.17693/yunus.32866>
- Budiardi, T., Solehudin dan, M. A. & Wahjuningrum, D. (2008). Production of M-Size Neon tetra fish *Paracheirodon innesi* in recirculation system with density of 25, 50, 75 and 100 litre<sup>-1</sup>. *Journal Akuakultur Indonesia*, 7(1): 19-24.
- Clothier, J. & Lythgoe, J. N. (1987). Light-induced colour changes by the iridophores of the Neon tetra, *Paracheirodon innesi*. *Journal of Cell Science*, (88): 663-668.
- Garcia-Carreno, F. L. (1996). Proteinase inhibitors. *Trends in Food Science & Technology*, 7(6): 197-204. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)10023-6](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10023-6)
- Gökçek, K., Szabo, T., Alptekin, C., Kurt, R., Töre, Y. & Urbanyi, B. (2016). A preliminary study on protease activity of Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt and Ratzenburg, 1833, at early life stages. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(4): 1025-1029. [http://doi.org/10.4194/1303-2712-v16\\_4\\_29](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_4_29)
- Gökçek, K., Szabo, T., Urbanyi, B., Erbatur, İ., Sevgili, H. & Kanyılmaz, M. (2018). Effect of different protein sources on protease activity of European catfish, *Silurus glanis* Linnaeus 1758, juvenile. *FABA 2018*. Ankara, Turkey.
- Halver, J. E. (2002). *Fish Nutrition*. Academic Press. p. 506.
- Kucharczyk, D., Targońska, K., Żarski, D., Krejszeff, S., Kupren, K., Łuczyński, M. J. & Szczerbowski, A. (2010). The reproduction of Neon tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), under controlled conditions. *Polish Journal of Natural Sciences*, 25(1): 81–92. <https://doi.org/10.2478/v10020-010-0006-x>
- Kurt, R. & Gökçek, K. (2018). Farklı protein kaynaklarının Çuka Mersini, *Acipenser rathenus* Linnaeus 1758, juvenillerinde proteaz aktivitesi üzerine etkileri. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(1): 1-5. <https://doi.org/10.17216/limnofish.325726>
- Mayoza, L., Agus, A., Lili, W. & Rizal, A. (2018). Analytical business development on Neon tetra (*Paracheirodon innesi*) ornamental fish cultivation. *Global Scientific Journals*, 6(7): 938-945.
- Sanaye, S. V., Dhaker, H. S., Tibile, R. M. & Mhatre, V. D. (2014). Effect of green water and mixed zooplankton on growth and survival in Neon tetra, *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936) during larval and early fry rearing. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Bioengineering and Life Sciences*, 8(2): 159-163.
- Sealey, W. M., Barrows, F. T., Casten, M. & Hardy, R.W. (2009). Dietary Protein Source and Level Affects Growth in Neon Tetras. *North American Journal of Aquaculture*, 71:320–324.

- Töre, Y., Gökçek, K., Alptekin, C., Szabo, T. & Urbanyi, B. (2014). Turna, *Esox lucius* Linneaus 1758, balığı larvalarının proteaz aktivitesi üzerine ticari yem hammaddelerinin inhibisyon etkilerinin tespiti. *Doğu Anadolu 5. Su Ürünleri Sempozyumu Bildiri Kitabı*, pp. 228-229.
- Yoshioka, S., Matsuhana, B., Tanaka, S., Inouye, Y., Oshima, N. & Kinoshita, S. (2011). Mechanism of variable structural colour in the neon tetra: quantitative evaluation of the Venetian blind model. *Journal of the Royal Society Interface*, 8(54): 56–66. <https://doi.org/10.1098/rsif.2010.0253>
- Walter, H. E. (1984). *Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as sub-strates*. In: *Methods of Enzymatic Analysis* (Bergmeyer, H.J. ed.), 5: 270-277.



## Pandemi (COVID-19)'nin dünya su ürünleri sektörü üzerine etkilerinin SWOT analizi yaklaşımı ile değerlendirilmesi

<sup>1</sup>Hüseyin Barış Kaya\*, <sup>2</sup>Mehmet Fatih Can<sup>2</sup>

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

Received: 13.02.2022

Accepted: 16.03.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Institute of Graduate Studies, Iskenderun Technical University, Iskenderun, Hatay, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Water Resources Management and Organization, Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun/Hatay, TURKEY

### Anahtar Kelimeler

Pandemi  
COVID-19  
Su ürünleri  
SWOT analizi

### ÖZET

Bu çalışmada 2019-Aralık itibarıyla dünyayı etkisi altına almaya başlayan pandeminin dünya su ürünleri sektörüne etkileri SWOT analizi (fırsatlar, faydalar ve tehditler) ile değerlendirilmiştir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalar belirli anahtar kelimeler (COVID-19, pandemic, coronavirus, fishing, fisheries) kullanılarak taranmış ve toplam 33 çalışma listelenmiştir. Daha önceki çalışmalar FAO tarafından belirlenen alt alanlara (kıtalara) göre sınıflandırılmıştır. Pandeminin sektör üzerindeki etkileri kıtalara göre belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre küresel ölçekteki tehditlerin; arz-talep dengesizlikleri, restoranların kapanması, depolama yetersizlikleri, plastik kirliliği, sınırların kapanması, yasadışı balıkçılık, sektördeki eşitsizlikler ve sokağa çıkma kısıtlamaları olduğu tespit edildi. Fırsatların; yeni tedarik zincirlerinin oluşturulması, sağlık üzerinde olumlu etkisi olan su ürünleri konusunda farkındalığın artırılması, arz-talep dengesinin oluşturulması, balıkçılara sokağa çıkma kısıtlamalarında çalışma izni verilmesi, pandemi gibi olağanüstü durumlarda kullanılmak üzere kaynak tahsisi, su ürünleri yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, ithalat-ihracatın sürekliliği için tedbir alınması, küçük çaplı balıkçılık gibi hassas sektör çalışanlarına ekonomik yardım paketlerinin sağlanması, sektördeki cinsiyetçi anlayışın sınırlandırılarak kadınlara daha fazla fırsat verilmesi ve yasadışı balıkçılığın önlenmesi için kıyı ülkeleri ile iş birliği yapılması olduğu belirlendi. Faydaların ise; kısa vadede aşırı avlanmanın önlenmesi, balık stoklarının korunması, su ekosisteminde endüstriyel kirliliğin azaltılması, küçük yerleşim yerlerinde ekosistem temelli balıkçılık yaklaşımının benimsenmesi ve rekreasyonel balıkçılığın artması olduğu tespit edildi. Bu analiz sonucunda pandeminin olumsuz etkilerini çözmek için doğru ve adil uluslararası iş birlikleri oluşturabileceğimiz anlaşılmıştır. Kazanılan bu tecrübe ile değişen dünyada güvenilir gıda tedarik zincirleri için yeni üretim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

## Evaluation of the effects of pandemic (COVID-19) on the world fishery sector with SWOT analysis approach

### ABSTRACT

In this study, the effects of the pandemic, which started to affect the world to 2019-December, on the world aquaculture sector were evaluated with SWOT analysis (opportunities, benefits, and threats). Previous studies on this subject were scanned using certain keywords (COVID-19, pandemic, coronavirus, fishing, fisheries), and a total of 33 studies were listed. Previous studies were classified according to the sub-areas (continents) determined by FAO. The effects of the pandemic on the sector were tried to be determined according to the continents. Accordingly, the threats on a global scale were supply-demand imbalances, closure of restaurants, storage inadequacies, plastic pollution, closure of borders, illegal fishing, inequalities in the sector, and curfew restrictions. The opportunities; creation of new supply chains, raising awareness about the seafood that positive effect on health, establishing a supply-demand balance, granting

### Cite this article as

Kaya, H. B. & Can, M. F. (2022). Evaluation of the effects of pandemic (COVID-19) on the world fishery sector with SWOT analysis approach. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 35-45 (in Turkish)



**Keywords**

Pandemic  
 COVID-19  
 Fisheries  
 SWOT analysis

work permits to fishermen during curfews, allocation of funds to be used in extraordinary situations such as pandemics, development of aquaculture, implementation of measures for the continuity of import-export, providing economic aid packages to vulnerable sector workers such as small scale fisheries, limiting the sexist understanding in the sector, and giving more opportunities to women, and cooperation with riparian countries to prevention of illegal fishing. Its benefits are listed as prevention of overfishing in the short term, protection of fish stocks, reduction of industrial pollution in the aquatic ecosystem, adoption of an ecosystem-based fishing approach in small settlements, and an increase in recreational fishing. As a result of this analysis, it has been understood that we may create accurate and fair international cooperation to solve the adverse effects of pandemia. With this gained experience, it is thought that new production strategies should be developed for trustable food supply chains in the changing world.

**Giriş**

Çin Halk Cumhuriyeti'nin Wuhan şehrinde "viral pnömoni" vakaları ile başlayan COVID-19'un yeni bir koronavirüs olduğu belirtilmiş, 11 Mart 2020 tarihinde ise Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemi ilan edilerek salgından korunmak için "maske, mesafe ve temizlik" konularında tedbirler yayınlamıştır (WHO, 2020). 7 Aralık 2021 tarihi itibarıyla dünyadaki toplam nüfusun 7,9 milyar olduğu, koronavirüsün bu tarihe kadar yaklaşık 270 milyon kişiye bulaştığı, 5,2 milyon insanın koronavirüse bağlı vefat ettiği ve toplam nüfusun %42,9'unun aşılandığı belirtilmektedir. Koronavirüs bulaşan insanların %31'i Asya'da, %28,84'ü Avrupa'da, %22,09'u Kuzey Amerika'da, %14,65'i Güney Amerika'da, %3,28'i Afrika'da, %0,12'si Okyanusya kıtasında olduğu bildirilmektedir (WHO, 2021). Covid-19 pandemisinin Mart 2020'de ilan edilmesiyle birlikte ülkeler seyahat yasakları, sokağa çıkma kısıtlama kararları ve sınır kapılarının kapatılması başta olmak üzere mevcut durumu anlamaya ve kontrol almaya çalışmışlardır. Bu durum beraberinde öncelikle insan beslenmesi için hayati gıda-tedariki sektörleri başta olmak üzere tüm sektörlerde için alınmıştır. Bu amaçla, sektörel bazda durumun anlaşılması, duruma adapte olunması ve süreçten en az etkilenerek çıkılmasına yönelik ulusal ve uluslararası birçok çalışma yapıldığı görülmektedir.

Dünyada, 2020 yılı verilerine göre toplam su ürünleri üretimi yıllık 178,6 milyon ton olup, bunun 95,1 milyon tonunu avcılık, 83,5 milyon tonunu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri oluşturmaktadır (FAO, 2021). Su ürünleri sektörü insanların temel günlük ihtiyaçlarının karşılanmasından, endüstriyel ölçekli hammadde temini elde etmeye kadar dünya çapında yapılan geniş ölçekli ve çok önemli bir faaliyettir (Can ve Demirci, 2012; Demirci ve ark., 2019; Şimşek ve Can, 2019).

Dünyada su ürünleri sektörü dahil olmak üzere, tüm sektörlerin en fazla etkilendiği döneminin 2020 Şubat-Nisan arasında olduğu, bu aralıktan sonra hızlı bir toparlanma sürecine girildiği görülmektedir. Çalışmanın amacı, pandemi ile yaşanan sürecin bir SWOT analizi yaklaşımı ile yani tehditler, fırsatlar ve faydalar perspektifinden dünya çapında su ürünleri sektörü üzerine etkilerini değerlendirmektir.

**Materyal ve Yöntem**

Araştırmada materyal olarak dünyada pandeminin su ürünleri sektörüne yaptığı etkileri değerlendiren bilimsel çalışmalar

kullanılmıştır. Bununla amaç, etkinin su ürünleri sektörü üzerine olan etkisinin kıtasal bazda değerlendirilmesinin sağlanmasıdır. Değerlendirmelerde SWOT analizi yaklaşımı kullanılmıştır. SWOT Analizi, süreçlerin güçlü (Strengths), zayıf (Weaknesses), fırsat (Opportunities) ve tehditleri (Threats) saptamak için kullanılan stratejik bir tekniktir. SWOT analizi, kişinin kendisinin veya bir işletmenin, güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek ve dış çevrelerden kaynaklanan tehdit ve fırsatları tespit edip bunlara karşı önlem veya aksiyon almak için kullanılan bir analiz biçimidir (Çoban ve Karakaya, 2010). Pandeminin dünyada su ürünleri sektörü üzerine etkisini değerlendiren çalışmaların bulunması için 10 Mart 2020 ile 30 Kasım 2021 tarihleri arasında Google üzerinden "Covid-19, pandemic, fishing, coronavirus, fisheries" anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapılmıştır. 1 Eylül 2021 ile 30 Kasım 2021 tarihleri arasında yapılan taramalar sonucunda 33 adet araştırma makaleleri değerlendirilmek üzere dikkate alınmıştır (Tablo 1). Çalışmada bulunan literatürlerin değerlendirilmesinde FAO'nun alan ölçeği olarak kullandığı kıtalara göre tasnif yapılmıştır (Afrika, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Asya, Avrupa, Okyanusya). Her bir kıta için pandeminin su ürünleri sektörüne etkisi tehditler, fırsatlar ve faydalar yönünden değerlendirilmiş ve daha sonra dünya çapında genel etki değerlendirilmesi için bunlar bir araya getirilmiştir.

**Tablo 1.** Değerlendirilen çalışmaların kıtalara ve ülkelere göre sayısı**Table 1.** Number of evaluated studies according to continents and countries

Kıtalar	Araştırma Sayısı	Ülke Sayısı
Afrika	9	9
Asya	13	12
Avrupa	2	2
Güney Amerika	3	3
Kuzey Amerika	2	2
Okyanusya	4	3
<b>Toplam</b>	<b>33</b>	<b>31</b>

**Bulgular ve Tartışma****Afrika**

Afrika kıtasında COVID-19 salgınından su ürünlerine etkisinin ele alındığı dokuz araştırma incelenmiştir. Yapılan çalışmalar Burkina Faso (Kinda ve ark., 2020), Cezayir (Alliouche ve Arab, 2021), Fas (Haddad ve ark., 2021), Gana (Okyere ve ark., 2021), Kamerun (Nyawung ve ark., 2021), Kenya (Christopher Mulanda

Aura ve ark., 2020; Fiorella ve ark, 2021), Liberya (Nyawung ve ark., 2021), Nijerya (Okuduwor ve ark., 2021) ve Tunus (Jlassi ve ark., 2020) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 1). Afrika ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.



**Şekil 1.** Afrika kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 1.** Countries in Africa where was examined the impact of COVID-19 on the fishery sector

Fiorella ve ark (2021), balık tüccarlarının 2020 yılına göre satışa çıkan balık miktarında %100 azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Balıkçıların ise, %93'ünün bir önceki seneye göre avın önemli ölçüde azaldığını ifade etmiştir. Balıkçıların COVID-19 pandemisinde tuttıkları balıkları daha uzak pazarlara satma girişiminin virüs bulaş riskinden dolayı yer değiştirmediklerini bundan dolayı katılımcıların %47'sinin avladıkları balıklarda bozulmalar meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmalarda, politika oluştururken pandeminin balıkçılar üzerindeki etkisi göz önüne alınmalı ve kapsamların net olarak belirlenmesi ve kontrol mekanizmasının aktif olması gerekmektedir. Politikaların kısa süreli şekilde sorunlara cevap vermesi yeterliliğiyle birlikte uzun vadede çözüm olmayacağı daha uzun süreli çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmektedir. Nyawung ve ark. (2021), Kamerun ve Liberya'da pandemide alınan kararlar nedeniyle insanların balık alımında ciddi azalmalar meydana geldiğini, balıkçılık tedarik zincirinin devlet politikası ile resmi olarak yönetilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Kinda ve ark. (2020), su ürünleri fiyatlarının %4,11 ile %5,84 arasında artacağını belirtmektedir. Tüketici fiyatlarındaki artış ve pandemi nedeniyle artacak işsizliğe dayalı alım gücünde ciddi oranda azalmalar meydana geleceği belirtilerek hükümetin sosyo-ekonomik düzeyleri düşük ailelere ilişkin yardımda bulunması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca arz-talep dengesi açısından yönetsel kararlar olarak yapılandırıcı ve içsel ekonomik canlanma stratejisi benimsenmesi gerektiği öngörülmektedir. Christopher Mulanda Aura ve ark. (2020), Kenya'da alınan karar gereği (Sokağa çıkma kısıtlaması 19.00-05.00) balık tutma süresinde azalmalar ve sefer sayılarında ciddi düşüşler gözlenmektedir. Yaşam koşullarına binaen tekne yakıtında, mürettebat giderleri, balık fiyatları ve av miktarlarında düşüşe neden olduğu belirtilmektedir. Günümüzde bu tip afetlerin yaşanacağı kaçınılmaz olduğu ifade edilirken özellikle iç göllerde yaşanacak olumsuz durumlar için balıkçılık yönetim stratejisinin

**Tablo 2.** Salgının Afrika Kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar

**Table 2.** The effects of the pandemic on the African continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER
1	Arz-talep dengesizliği nedeniyle su ürünleri fiyatı düşüklüğü/yüksekliği
2	Otel, balık pazarları, restoranların kapalı olması yetiştiricilik faaliyetlerinde depolama sorunları
3	Balıkçılık faaliyetlerinin durması nedeniyle küçük çaplı balıkçılık yapanların işsizlik ve sağlık sigortası problem oluşması
4	Balık arzının devam etmesi ancak, talepteki azalmalar nedeniyle oluşan tedarik zincirinin bozulması
5	Yeni sucul ekosistem kirleticisi maskeler
6	Pandemiye bağlı kırılgan bir yapıya sahip balıkçılık yönetim anlayışı
7	Sınırların kapatılması
8	Yetiştiricilik faaliyeti açısından balık yemi temini
9	Yetiştiricilik faaliyeti açısından devamlılığı sağlamak için yavru balık temini
10	Türe özgü ihracatın azalması

F	FIRSATLAR
1	Fiyat istikrarını stabilize edici kararlar alınması
2	Depolama tesislerinin artırılması için yönetsel reformlar (kredi, elektrik yardımı vb.)
3	Özellikle kırılgan gruplarda kullanılmak üzere krize müdahalelerde kullanılmak üzere bütçelerden fon ayrılması
4	Yeni tedarik zincirlerinin oluşturulması (Sanal market) ve steril ortamlarda pazarlar yaratılması
5	Suda çözünebilir kişisel koruyucuların üretimi
6	Krizle karşı müdahalelere hazırlanmak için politika yapıcıların yönetimde iyileştirme sağlama çalışmaları
7	İthalat ve ihracatın uygun koşullarla devamlılığını sağlayıcı organizasyonların yapılması (RFMO)
8	Balık yemi temini için yerel tesislerin yapılmasında yönetsel reformlar
9	Kuluçkahane yapımı için geliştirici projeleri desteklemek ve bunu yönetsel olarak hayata geçirmek
10	Yeni pazarlar oluşturulması, ticaret ağı oluşturulması

### FAYDALAR

Afrika kıtasında yapılan araştırmalardaki COVID-19 pandemisinin en önemli faydası sucul ekosistemde aşırı avlanmanın önlenmesi, balık stoklarının korunmasıdır.

oluşturulması gerekmektedir. Okuduwor ve ark. (2021), pandeminin su ürünleri sektörüne ekonomik etkisinin kapanma dönemlerinde su ürünlerine arzın, stokların üstünde olması nedeniyle balık fiyatlarının yüksek olduğu ifade edilmektedir. Bulgular ışığında balık pazarındaki çalışan insanların refah seviyesinin pandemiye ciddi olumsuz etki yaptığı ve hükümetin depolama tesislerini artırma gibi ekonomik büyümeyi teşvik edici hamleler yapması önerilmektedir.

Kinda ve ark. (2020), Burkina Faso'da yetiştiricilik faaliyetlerinin %6,11 ile %10,09 arasında azalacağını belirtmektedir. Jlassi ve ark. (2020) tarafından Tunus'ta yetiştiricilik faaliyetleri kapsamında yem temini ve yavru temini bakımından sektörel bazda ciddi etkilenmelerden söz edilmektedir. Araştırmada 2020 yılında ortaya çıkan pandemi neticesinde özellikle yetiştiricilik faaliyetlerinde yavru temini yapılamamasının etkilerinin 2021 yılında da süreceği öngörülmektedir. Alliouche ve Arab (2021), su ürünleri alanında yapılan geliştirici çalışmalarının askıya alındığı ve özellikle yetiştiricilik faaliyetleri açısından yem üreten fabrika olmadığı, bu konuda tamamen dışa bağımlı bir ülke olduğu ve bu nedenle yem ve yavru temini bakımından güçlük çekileceği belirtilmiştir. Ayrıca otel, balık pazarları, restoranların kapalı olması satışlarda da zorluk yaşanacağı ve depolamada sorunlar oluşacağı bildirilmektedir. Mutlaka kuluçkahaneler kurmak ve balık yemi temini için tesis yapmak elzem olduğu belirtilmektedir. Okuduwor ve ark. (2021), balıkçılık sektörünün ülkeler arası yayılımı azaltmak için sınırların kapatıldığı Nijerya'da yetiştiricilik faaliyetlerin az olmasını pandemi sonucu oluşan balık yemi stoklarının azalması olabileceğini bildirmişlerdir.

Kinda ve ark. (2020), ihracatının %8,99 ile %14,44 arasında azalma olacağını ve sektörel bazda %8,73 ile %14,03 arasında ekonomik daralma olacağı öngörülmüştür. Christopher Mulanda Aura ve ark. (2020), Kenya'da Nil levreği ihracatının azaldığını bildirmektedir.

Haddad ve ark. (2021), COVID-19 pandemisinde Fas'ta kapanma dönemi ve sonrasında 11 örnekleme alanından elde edilen bulgular neticesinde plajların, genel nüfus yoğunluğun bulunduğu yerler ve balıkçılık faaliyetleri gerçekleştirilen yerlerde 16 haftalık tarama faaliyeti sonucunda toplamda 689 maske bulunmuştur. Kişisel koruyucu ekipmanlarda suda kolay çözünebilen çevre dostu malzemeden üretilmesi önerilmektedir.

Okyere ve ark. (2021), küçük çaplı balıkçılık yapan Gana'lı balıkçıların her barınaktaki kaydedilen kişiler arasındaki mesafenin %70'inden fazlasında en yakınındaki kaydedilen kişi ile arasındaki mesafe iki metreden daha az olarak belirtilmiştir. Çekirdek yoğunluğu grafiğinden elde edilen ısı haritasında en fazla tedbir gerektiren yerler olarak kanolardan balık boşaltım yerleri ile balık ticareti yapılan yerler için ayrıca tedbirler uygulanması öngörülmektedir.

Alliouche ve Arab (2021) ve Christopher Mulanda Aura ve ark. (2020), pandemi koşullarının balık stoklarının korunmasını sağlıklı etkisinin olduğunu ve aşırı avlanmanın azaldığını belirtmektedir.

## Asya

Asya kıtasında Covid-19 salgının su ürünlerine etkisinin araştırıldığı 13 tane araştırma incelenmiştir. Yapılan çalışmalar Bangladeş (Islam ve ark., 2021), Çin (Heazle, 2021), Endonezya (Ferrer ve ark., 2021; Mardhia ve ark., 2020), Hindistan (Avtar ve ark., 2021), Malezya (Azra, 2020; Ferrer ve ark., 2021), Filipinler, Myanmar, Vietnam (Ferrer ve ark., 2021), Tayland (Chanrachkij ve ark., 2020; Ferrer ve ark., 2021), Rusya (Ivanova, 2020), Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (Giannakis ve ark., 2020) ve Türkiye (Can ve ark., 2020; Demirci ve ark., 2020; Genç ve ark., 2020; Tokatlı, 2021) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 2). Asya ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.



**Şekil 2.** Asya kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 2.** Countries in Asia where was examined the impact of COVID-19 on the fishery sector

Heazle (2021), Güney Çin denizinde Çin-ABD arasındaki jeostratejik gerilimlerin pandemi nedeniyle Güney Çin denizinde kıyıdaş ülkelerin rekabetçi ortamın zayıflamasına, Çin'in daha sağlam ticari faaliyetler yürütmesine ve bu da pandemi sonrasında egemen devlet Çin'in Güney Çin denizinde daha fazla yayılmacı balıkçılık faaliyeti yürüteceği belirtilmektedir.

Ferrer ve ark. (2021), Endonezya'da balık işleme maliyeti gelirden daha yüksek olduğu için balık stoklama 2020 yılı haziran ayına kadar yapılmadığı ve 2020 yılında küçük solungaç ağı ile avcılık yapılan balıkçıların toplam gelirinin bir önceki yıla göre üç kat azaldığı bildirilmiştir. Filipinler'de pandemi döneminde hükümet, balıkçılık faaliyeti yürütenleri muaf olduğuna dair yönerge yayınlamasına rağmen yerel yönetimler karantina ihlali nedeniyle balıkçıların tutuklanmalarına neden olduğu belirtilmiştir. Belediye yönetimlerine ait küçük çaplı balıkçılık için ayrılmış bölgelere ticari balıkçılık yapan gemilerin işgali arttığı bildirilmiştir. Karantina öncesine göre küçük çaplı balıkçılık faaliyetinden elde edilen toplam gelir %1,83 düşerken ticari balıkçılık %6,71 artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Azra (2020), Malezya'da balıkçılık



**Tablo 3.** Salgının Asya Kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar**Table 3.** The effects of the pandemic on the Assian continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER	F	FIRSATLAR
1	Balıkçılık faaliyetlerinin durdurulması (özellikle küçük çaplı balıkçılık).	1	Balıkçılık faaliyetinde bulunan ve iş gücünde doğrudan etkilenen çalışanlara kısa vadeli ekonomik yardım paketleri içeren yönetsel kararlar alınması
2	Pandemide artan tıbbi atık, kişisel koruyucuların sucul ekosistemi kirlenmesi.	2	Geri dönüşüm maliyetlerinin düşürülmesi, teşvik yapılması ve toplumun geri dönüşüm için bilinçlendirilmesi
3	Arz-talep dengesizliği.	3	Fiyat istikrarının oluşturulması çabaları, su ürünlerinin yaygın tüketilmesi için bilgilendirici yayınların yapılması, KKP (Kurumsal Kaynak Planlama) sisteminin hayata geçirmesinin gündeme gelmesi.
4	Su ürünleri ihracatındaki azalmalar.	4	Sektör için kısa vadede sübvansiyon gerekliliği, uzun vadede reformların yapılması.
5	Talebin azalması (balık fiyatlarının düşmesi, balık işleme teknolojinin yetersizliği).	5	E-ticaret ile su ürünleri satışlarının yaygınlaştırılması, alışveriş sitesi kuracak firmaların desteklenmesi, toplumsal bilincin artırılması, balıkçıdan doğrudan halka satış sisteminin kurulması.
6	Sokağa çıkma kısıtlamaları (kısa vadeli tehdit).	6	Balıkçıların muafiyetine ilişkin belge verilmesi (kısa vadeli pratik fırsat).
7	Kıyıdaş ülkelerin ortak kararlar almaması, pandemiden dolayı balıkçılığın durmasına rağmen komşu ülkelerin balıkçılığa devam etmesi ve yayımları politikaları izlemesi.	7	Kamuoyu oluşturularak pandemi nedeniyle iptal edilen organizasyonların tedbirlerle riayet edilerek yapılmasının sağlanması, denetim faaliyetlerinin kıyıdaş ülkelerle birlikte yapılması kararlarının alınması.
8	Yasa dışı balıkçılık faaliyetlerindeki artış.	8	Denetleme faaliyetlerinin kıyıdaş ülkelerle birlikte yapılması, izleme araçlarının etkililiğini ortaya koyacak geliştirme çalışmalarının yapılması.
9	Su ürünleri ihracatındaki ürünlerin sipariş iptalleri.	9	Yeni pazarların oluşması için farklı ülkelerle yapılacak yeni ekonomi zirveleri.
10	Ülkelerin sınır kapılarını kapatması ile aksayan lojistik hizmet.	10	Hijyen standartlarının oluşturulmasıyla birlikte belirlenen standarda uygun şekilde su ürünleri işlenmesiyle en uygun şekilde sadece komşu ülkeler ile ithalat ihracatının devamlılığının sağlanması için zirvelerin düzenlenmesi.

### FAYDALAR

Asya kıtasında yapılan araştırmalardaki Covid-19 pandemisinin en önemli faydası sucul ekosistemde endüstriyel atıklarda azaltmış olmasıdır.

faaliyetlerinin durdurulacağından ötürü toplamda 150.000'den fazla çalışana ile su ürünleri sektörüne ciddi zorluklar oluşacağı öngörüldüğü bildirilmektedir. Aylık 485 Ringgiti (= ~116 \$, 1 Malezya Ringgiti' si= 0.24 \$)'den daha az gelire sahip olan kişiler olarak adlandırılan B40 topluluğuna yapılacak ekonomik yardım paketi, su ürünleri ve balıkçılık endüstrisi üzerindeki olumsuz etkilerinin azalması öngörülmektedir.

Ivanova (2020), Rusya'da balıkçılık endüstrisinin bölgesel anlamda büyüme oranlarındaki dengesizlik arz ve lojistik hizmetlerinde büyük bir yük oluşturduğu bildirilmektedir. "Fishretail" balık endüstrisi internet portalının pandemide üyelerin ve site tıklanma sayısının artması gibi faktörlere bağlı olarak elektronik balık satışlarının sistematik yaklaşım anlayışı içinde oluşturulması öngörülmektedir. Chanrachkij ve ark. (2020), Tayland'da E-ticaret sektörü üzerinden küçük çaplı balıkçılık yapanlar için siparişlerin artış gösterdiğini, kısıtlı kargo hizmetlerine rağmen su ürünlerine yöneliminin bu hizmet sonrası arttığını belirtmektedirler.

Demirci ve ark. (2020), Türkiye'de Orfoz satışlarında restoran ve otellerin kapalı olmasından dolayı bir önceki aya göre %22,5

oranında azalma olduğu belirtmektedir. Arz-talep dengesizliğine dayanan (ihracat durması) olumsuzlukların yaşandığı ifade edilmektedir. Zararların en az düzeye indirilmesi devlet tarafından Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemi kurulması önerilmektedir. Mardhia ve ark. (2020), Endonezya'da pandemi öncesi/sonrası 10 su ürününün satış fiyatının ortalamasına göre %10 düşüş olduğu belirtilmektedir. Balıkçıların pandemiden dolayı sağlık tedbirlerine uyduğu fakat talebin azalmasından dolayı fiyatlardaki düşüş ve satışların sokağa çıkma kısıtlamaları nedeniyle düşmesi hükümetin toplum üzerinde insan direncini güçlendirici su ürünleri yemeyi teşviklendirmesi önerilmektedir. Ferrer ve ark. (2021), Malezya'da pandemiden dolayı insan hareketliliğini kısıtlayıcı tedbirler sonrasında arz-talep azalmasında bağlı olarak hiç birikimi olmayan küçük çaplı balıkçılık yapanları etkilediği, Mart-Haziran 2020 arasında restoranların balık talebinin %30 dolaylarında azaldığı belirtilmektedir. Islam ve ark. (2021), Bangladeş'te tatlı su yetiştiriciliği nakliye giderinin ve yem fiyatlarının (%10-12) artışı ve talep ve fiyatların azalmasından dolayı pandemide olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Karides yetiştiriciliği ulaşımın aksaması, pazarlardaki anlık düşen fiyatlar nedenine dayanarak balıkçıların



olumsuz etkilendiği ifade edilmiştir. Doğal şartlarda yetişen bu balıklara da talebin artması nedeniyle fiyatların yükseldiği balıkçılar tarafından ifade edildiği bildirilmiştir. Giannakis ve ark., (2020) Güney Kıbrıs Rum Yönetimi'nde yaptığı çalışmada katılımcıların %88'inin gelirlerinde ciddi düşüşler meydana geldiğini, azalan talebin balık tüketiminin güvenilir olmadığı, turizm ve ekonomik nedenlerden kaynaklandığını belirtmektedir.

Heazle (2021), sucul ekosistem kirlenici devletlerden olan Çin'in yönetsel olarak plastik kullanım yönetmeliklerini durdururken; maske, tıbbi tedavi ve ambalajlama için kullanılan plastik sayısında ciddi oranda artışın yetersiz atık yönetimi ile daha büyük sorunlara yol açacağı bildirilmektedir. Pandeminin sonucu olarak "Yeni Normal" olarak adlandırılan dönemde küresel toplantıların yapılması denetim mekanizmaların güçlenmesi ve plastik üretim maliyetlerinin geri dönüşüme göre daha ucuz mal olması sucul ekosistemde daha çok kirlenmenin bulunacağı belirtilmektedir.

Can ve ark. (2020), Türkiye'de 2020 yılında su ürünleri ihracatının bir önceki yıla göre midye, kalamar, ahtapot, salyangoz ve mürekkep balığı ürünlerinde %58,59 ve konserve tipi su ürünlerinde %26,63 arttığını belirtmiştir. Türkiye'nin su ürünleri ihracat değerinde 2020 yılının birinci çeyreğinde bir önceki yılın aynı dönemine göre gelirden %7,8 azalma olduğu belirtilmektedir. 2020 yılı COVID-19 pandemisinde Türkiye'nin su ürünleri ihracatında ürün bazlı artışların bütünsel su ürünleri ihracatına yansımadağı, kısa vadede balıkçılık sektörüne sübvansiyon gerektiği orta ve uzun vadede sektörün gelişmesi için ürün hacmi ve ürün çeşitliliğini artırıcı reformlar yapılması önerilmektedir. Ferrer ve ark. (2021), Myanmar'da kanolarla küçük çaplı balıkçılık yapan, sektörün yarısının kadınlardan oluştuğu ve "Evde kal" çağrısı ile sokağa çıkma yasakları ve sınırların kapatılması ile Myanmar'ın en büyük ihracat pazarı olan Çin ve Tayland ile ihracatın durması bu işgücünde çalışan insanları doğrudan ciddi şekilde olumsuz etkilendiği bildirilmektedir.

Islam ve ark. (2021), Bangladeş'te yasadışı balıkçılık faaliyetinde artış olduğu bildirilmiştir. Heazle (2021), düşük petrol fiyatlarının balıkçılık faaliyeti yürüten tekne sayısında artışa neden olacağı, pandeminin etkisi ile Güney Çin denizinde deniz güvenliğinin çok az ekip ile devam edildiği, bunun sonucunda aşırı ve yasa dışı avlanma faaliyetlerinde artışa neden olacağı; fakat jeostratejik çekişmelerin çoklu devletlerce yapılması istilacı politika izleyecek devletler için önlem olabileceği ve küresel kamuoyu oluşturulmasının Çin'in yasa dışı balıkçılık faaliyetlerini azaltacağı öngörülmektedir.

Avtar ve ark. (2021), karantina ve muson kısıtlamaları nedeniyle limandaki balıkçı gemilerinin gelmesiyle limanlardaki kapasitesinin üzerinde yoğunluğun olduğu, altyapı yetersizliklerinin giderilmesi gerektiği, çalışmada kullanılan alansal teknolojinin pandemi gibi olumsuzluklarda balıkçılık faaliyetlerini izleme aracı olarak yaygın hale gelmesi önerilmektedir.

Tokatlı (2021), Türkiye'de Covid-19 kapanma dönemi sedimentlerden alınan numunelerde potansiyel toksik element içerikleri %12,8-45,4 oranlarında azalma gösterdiği

belirtilmektedir. Karantina döneminde azalan endüstriyel faaliyetler neticesinde sucul ekosistemde endüstriyel ve tarımsal atıklarda azalma ve sediment kalitesinin arttığı söylenmektedir. Havza çevresindeki tarımda mono-kültürel uygulamalara alternatifler önerilmektedir.

## Avrupa

Avrupa kıtasında Covid-19 salgınından su ürünlerine etkisinin anlatıldığı iki araştırma incelenmiştir. Yapılan çalışmalar Birleşik Krallık (Kemp ve ark., 2020) ve İspanya (Coll ve ark., 2021) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 3). Avrupa ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.



**Şekil 3.** Avrupa kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 3.** Countries in Europe where was examined the impact of COVID-19 on the fishery sector

Kemp ve ark. (2020), Birleşik Krallık'ta ekolojik perspektif ile 2018 balıkçılık verilerine göre 43 tür için yapılan çalışmada 15 türün sürdürülebilir balıkçılık faaliyetinin uygun politika ile yapıldığını, 13 türün stoklarının tükenmeye çok yaklaştığını, 15 türün ise bu balıkçılık yönetim anlayışı ile stokların tükenmeyeceğini ve yapılan balıkçılığın sürdürülemezliği belirtilmektedir. Coll ve ark. (2021), İspanya'da Mart-Mayıs 2020 arasında ekolojik olarak pandeminin karides türleri haricinde su ürünleri stoklarında önemli etkisi olmadığı gözlenmektedir. Kısa vadeli balıkçılık faaliyeti kesintilerinin kötü giden sucul ekosistemi iyileştirmeyeceği, fakat yönetsel taahhütler ile uzun vadeli iyileştirmeler sağlanacağı önerilmektedir.

Kemp ve ark. (2020), 727 deniz koruma alanının yarısından fazlasında trol avcılığı yapıldığı bu deniz koruma alanları anlayışının Birleşik Krallık'ta balıkçılık politikasının temel taşı olması gerektiği belirtilmektedir.

Coll ve ark. (2021), İspanya'da Mart-Mayıs 2020 arasında küçük çaplı balıkçılık faaliyeti %34 azalmaktadır. Küçük çaplı balıkçılık haricindeki gelirler stokların tükenmesi nedeniyle pandemi öncesinde azalma gösterirken pandemi karantina döneminde %39 gelir kaybı gözlemlendiğini belirlemişlerdir. Pandemiye etkilenen küçük çaplı balıkçılık gibi alt sektörlerin kırılgan olması

**Tablo 4.** Salgının Avrupa Kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar**Table 4.** The effects of the pandemic on the European continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER	F	FIRSATLAR
1	Su ürünleri stoklarının azalması.	1	Covid-19 pandemisinde karantina döneminden faydalanıp su ürünleri popülasyonlarında maksimum sürdürülebilir verim politikası oluşturmak
2	Deniz koruma alanlarında yapılan yasa dışı avcılık faaliyetleri (özellikle trol)	2	Denetim faaliyetlerinin daha katı uygulanması, devletler arası hukukta yasadışı balıkçılık faaliyetlerinin cezalarında daha ciddi yaptırımlar uygulanması
3	Balıkçılığın kırılgan yapıya sahip alt sektörlerdeki ekonomik şok etkisi (KÇB gibi.)	3	Kısa vadede kapsamlı kamu desteğinin sağlanması, uzun vadede pandemi belirsizliğinin devam etmesi halinde azalan yatırımı teşvik edici politika oluşturmak

### FAYDALAR

Karides gibi hızlı büyüyen su ürünleri stoklarının bu süreçte hızla toplanarak sayıca ve ebatça daha büyük boyutlara ulaştıkları belirtilmektedir.

nedeniyle daha az etkilenmesi veya etkilenmemesi için şok etkisi oluştuğunda sektörel bazı esnek koruma mekanizmaların geliştirilmesi önerilmektedir.

### Güney Amerika

Güney Amerika kıtasında COVID-19 salgınından su ürünlerine etkisinin ele alındığı üç çalışma incelenmiştir. Yapılan çalışmalar Arjantin (Truchet ve ark., 2021), Brezilya (Silva ve ark., 2021) ve Peru (Grillo-Nunez ve ark., 2021) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 4). Güney Amerika ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.



**Şekil 4.** Güney Amerika kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 4.** Countries in South America where was examined the impact of COVID-19 on the fishery sector

Truchet ve ark. (2021), diğer dünya ülkelerinin ortalamasına göre

dört kat daha az balık tüketen Arjantin'de işsizlik ödeneği gibi ödeneklerden birinci fazda balıkçıların faydalanamaması (bir bölgede yaşayanlar hariç) onları yasa dışı balıkçılık yapmaya, kredi alarak borçlanmaya yönelttiği belirtilmektedir. Kabuklu deniz ürünlerinin ülke ticaretinde önemli bir yer olduğu, avlanma sonrası kadın ve yasak olduğu halde çocuk işçi çalıştırdıkları ve pandemi ile birlikte bu kişilerin balıkçı sayılmadığı ikinci fazda balıkçıların aldığı ihtiyaç kartlarına ulaşamadığı belirtilmektedir. COVID-19 pandemisinin ülkedeki balıkçılık sektöründeki toplumsal cinsiyet şiddetini önlemede, çocuk işçi çalıştırmayı önlemede yapısal reformların hayata geçmesini fırsat olarak görmeyi önermektedir.

Silva ve ark. (2021), pandeminin Brezilya'da balıkçılık sektörü üzerine etkisinin; düzenli müşteri ve turistte azalma, iş kayıpları, tedarikçi güçlükleri, azalan av ürünleri, fiyat düşüşleri, balık bağımlılığı, ekonomik sıkıntılar, kırılganlık, virüs korkusu, kişisel koruyucu eksikliği ve hedef türlerdeki değişiklikler gibi alt değişkenlerden oluşmaktadır. Erkek balıkçı liderlerinin kadın balıkçı liderlere göre pandeminin sosyo-ekonomik etkilerini (ekonomik kayıplar, tedarikçi zorlukları, balık bağımlılığı, azalan av ürünleri, fiyat düşüşleri) %66,25, refah seviyesi etkilerini (ailelerin ihtiyaçları, virüs korkusu) ise %45,94 daha az algıladıklarını tespit etmişlerdir. Sosyo-ekonomik etkileri sorgularken katılımcıların %87,5'i düzenli müşterilerin, %92,5'i turist müşterilerin oranında azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Kıyı balıkçılarının avladıkları su ürünleri türlerini ve av sonrası balık tedarikçilerini dinamik olarak değiştirdiği, tedarik zincirindeki bu değişimlerden dolayı kıyı balıkçıların ekonomik olarak daha az etkilendiği ve balıkçıdan direk satış (eve teslim, e-ticaret) gibi yeni modeller oluşturarak sektörün dayanıklılığının artırılması önerilmektedir.

Grillo-Nunez ve ark. (2021), Peru'da haftalık avlanma sayısında ortalama %50 azalma meydana geldiğini ve bu azalmayla birlikte tedarik zincirinde bozulmaların ortaya çıktığını bildirilmektedir. Az nüfuslu yerleşim yerinin turizm projeleri ve daha örgütlü bir yönetim sayesinde balıkçıların karantina döneminde daha az geçim sıkıntısı çektiğini belirtmekle birlikte, çok nüfuslu yerleşim yerinde ulusal talep ile balıkçılığın toplanma eğilimine geçtiği belirtilmektedir. Ayrıca yerel perakende satıcıları ve balıkçıları iskeleden kapağa teslimat hizmetiyle talebin toplanmasına

**Tablo 5.** Salgının Güney Amerika kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar**Table 5.** The effects of the pandemic on the South American continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER	F	FIRSATLAR
1	Balıkçıların işsizlik ödeneği gibi yapısal reformdan fayda sağlayamaması sebebiyle yasa dışı balıkçılık faaliyetleri, kredi ile gelirinden fazla borçlanma, mesleği bırakma	1	Yapısal reform yapılarak balıkçılığın bir meslek kolu olarak sosyoekonomik hakları belirlenerek bu düzenlemeler yasa haline getirilmeli ve ulusal veya uluslararası şok durumunda kırılğan alt sektörler belirlenmeli.
2	Kadın balıkçıların sektör çalışanı olarak balıkçı sayılmaması	2	Kadın-erkek eşitliği balıkçılık mesleğinde kanunen yasalaştırılmalı, kadınlara sektörde üstlenici sorumluluk verilmeli.
3	Balık fiyatlarındaki düşüş	3	Av kompozisyonunda ve tedarikçilerde dinamik olarak değişim sağlanması.
4	Talep azlığı	4	Balıkçıdan eve direk satış/teslimat, e-ticaret gibi programların oluşturulması ve balık yemeyi destekleyici ulusal kamu ve özel sektör tarafından desteklenmesi
5	Kabuklu su ürünleri ihracatında pandemi koşullarında sektör ihracatçıların kendilerine maliyetinin düşük olması nedeniyle yasak olduğu halde çok sayıda çocuk işçi çalıştırılması	5	Denetim faaliyetlerinin koşullar fark etmeksizin sıklaştırılması, bölgesel balıkçılık kuruluşlarının kamuoyu oluşturarak çocuk işçi çalıştırılmasına devlet olarak izin verilmemesinde rol alması

### FAYDALAR

Az nüfuslu yerleşim yerlerinde küçük çaplı balıkçılık faaliyetleri seyahat kısıtlamaları nedeniyle talebe uygun balıkçılık (tür ve av miktarı) yapıldığı için hem ekolojik temelli bir balıkçılık faaliyeti hem de arz-talep dengesi oluşturulup fiyat dalgalanması önlenmektedir.

katkı sağlandığı bildirilmektedir. Restoranların kısmi açılmasıyla arz-talep dengesi olduğu gözlenmektedir. Kayıt dışı küçük çaplı balıkçılık yapanların resmileştirmeleri için hükümet tarafından desteklenmesi ve pandemi gibi olumsuzluklarda hızlı erişilebilir fonların oluşturulması gerekmektedir. Covid-19 salgınının küçük çaplı balıkçılık üzerindeki acil etkilerine politika oluşturabilmek için toplumsal sosyo-ekonomik göstergeler geliştirilmeli ve izlenmelidir. En önemlisi pandemi gibi şok etkisinin dünyaca yaşandığı bir durumda tedarik zincirinin güçlendirilmesi ve talebin dinamik kalabilmesi için balık tüketiminin desteklenebileceği ulusal program ortaya konmalıdır tespit ve önerisinde bulunmuşlardır.

### Kuzey Amerika

Kuzey Amerika kıtasında Covid-19 salgınından su ürünleri sektörü üzerine etkisinin ele alındığı iki adet araştırma incelenmiştir. Kuzey Amerika kıtasında yapılan çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri (White ve ark., 2021) ve Kanada (Howarth ve ark., 2021) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 5). Kuzey Amerika ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Kanada'da pandemi döneminde rekreasyonel balıkçılığa yeni katılımcıların artmasıyla birlikte olta balıkçılığı yapan bireyler ile hükümet arasında etkili iletişimin güçlendirilmesi öngörülmektedir (Howarth ve ark., 2021). White ve ark. (2021), seyahat kısıtlamaları, restoran kapatılması, balıkçılık sezonunun kısılması gibi yaşanan olumsuzluklardan etkilenen ABD'de Pisi balığı avcılığının %40 düştüğü söylenmektedir. Su ürünleri ithalat değeri Nisan 2020'de bir önceki döneme göre %37 düşerken, ihracatın ortalama %36 düştüğü bildirilmektedir. Balık pazarlarına giden insan sayısının Mart-Nisan 2020'de %30 düştüğü söylenmektedir. Google aramalarına bakıldığında "deniz ürünleri restoranı" aramasında Nisan-2020'de %70 azalma olduğu; fakat Nisan-2020 sonlarında "deniz ürünleri paket servis, eve teslimat ve yemek tarifleri" aramasında %270 artış olduğu belirtilmektedir. ABD su ürünleri sektörü için



**Şekil 5.** Kuzey Amerika kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 5.** Countries in North America where was examined the impact of COVID-19 on the fishery sector

salgın nedeniyle uzun vadeli belirsizlikler ele alındığında, gelecekteki hızlı müdahalelerinin su ürünleri işleme altyapısının geliştirilmesine ve taze deniz ürünleri için internet tabanlı sistemlerin desteklenmesine odaklanılması önerilmektedir.

### Okyanusya

Okyanusya kıtasında COVID-19 salgınından su ürünlerine etkisinin ele alındığı dört araştırma incelenmiştir. Yapılan çalışmalar Avustralya (Greenville ve ark., 2020; Mobsby



**Tablo 6.** Salgının Kuzey Amerika Kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar**Table 6.** The effects of the pandemic on the North American continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER	F	FIRSATLAR
1	Seyahat kısıtlamaları ve balıkçılık sezonunun kısalması	1	Su ürünleri işleme altyapısına yatırım ve geliştirme çalışmaları
2	Restoranların geçici kapatılması	2	Taze su Ürünleri e-ticaret sitelerinin yaygınlaştırılması
3	Su ürünleri ihracat ürün ve gelir düşüklüğü	3	Yönetimsel gelir kaybı düşüklüğünü sübvansede edilmesi ve yeni pazar arayışı

### FAYDALAR

Covid-19 pandemisi nedeniyle rekreasyonel balıkçılığa başlayanlarda artış olduğu olta balıkçılığı toplulukları ile hükümet arasında iletişim güçlenmesi

ve ark., 2021), Fiji (Mangubhai ve ark., 2021), ve Vanuatu (Steenbergen ve ark., 2020) ülkelerini kapsamaktadır (Şekil 6). Okyanusya ülkelerini içeren araştırmalara ait bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.



**Şekil 6.** Okyanusya kıtasında COVID-19'un su ürünleri sektörü üzerine etkisinin incelendiği ülkeler

**Figure 6.** Countries in Oceania where the impact of COVID-19 on the fishery sector

Rekreasyonel balıkçılık faaliyetlerinin pandemi nedeni ile okulların kapanmasıyla birlikte köylerine dönen öğrencilerden dolayı artmıştır. Balık ihracatına bağımlı olan ülkeler sınırların kapanmasıyla gıda talebini karşılayabilmek için ciddi mücadele içine girmektedir. Bu tarz mücadelelerin yönetimsel şekilde mümkün olabilir ve pandeminin birçok köyün savunmasızlığını

**Tablo 7.** Okyanusya Kıtasında balıkçılık sektörü üzerine etkileri: Tehditler, fırsatlar ve faydalar**Table 7.** The effects of the pandemic on the Oceania continent's fisheries industry: Threats, opportunities and benefits

T	TEHDİTLER	F	FIRSATLAR
1	Adalarda yaşayan küçük topluluklarda balıkçıların sınırlı yakıtlarının olması ve seyahat kısıtlamaları	1	Sınırlı geçim kaynaklarının olduğu savunmasız yerleşim yerlerinin tespit edilerek ulusal acil durumlarda devletlerin yapılacak yardım paketlerinin her zaman hazır plan oluşturulması
2	Pandemiye bağlı bilinçsizce yapılan olta balıkçılığındaki artış	2	Rekreasyonel balıkçılığın tanımlanması, rekreasyonel balıkçılık yeterliliklerinin oluşturulması ve denetleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
3	Balık satışlarında azalma ve fiyat düşüşleri	3	Balıkçılık yönetim anlayışı temel taşı olarak alt sektörlerdeki kırılgan yapılara acilen kamusal desteğin sağlanması
4	Ülkelerin aldığı bir dizi kararlar ile (restoranların kapatılması, seyahat yasakları, sokağa çıkma sınırlamaları) azalan su ürünleri bazlı ihracat faaliyetleri	4	Kısa vadeli yeni pazarlar bulma uzun vadeli bulunan yeni pazarlardaki artan rekabet kaynaklı ürün fiyatlarındaki düşüşlerde sektöre devletlerin fon ayırması

### FAYDALAR

Aşırı avlanmanın azalması kısa vadede balık stoklarında iyileşmeler olduğu ifade edilmektedir.



## Sonuç

Dünya pandemiden ne öğrendi? Küreselleşen dünyada hangi sektör olursa olsun, sorulması ve irdelenmesi gereken temel soru, bu süreçten ne gibi derslerin çıkarıldığı veya çıkarılması gerektiğidir. Bu durum özellikle balık gibi insan beslenmesi açısından önemli olan ürünlerin sürdürülebilir gıda tedarik zincirinin korunması açısından daha da önem kazanmaktadır. Bu anlamda;

a) Çalışmalarda birden fazla kıtada göze çarpan yasa dışı balıkçılık görünmektedir. Yasa dışı, kayıt dışı ve düzensiz balıkçılık faaliyetlerini küresel anlamda daha aktif izlenmesi ve cezaların caydırıcı derecede büyük olması önerilmektedir.

b) Günlük yaşam faaliyetlerin sınırlandırılması, restoranların kapatılması, bazı ülkelerde sokağa çıkma kısıtlamalarının uygulanması su ürünlerine talep azlığına yol açmaktadır. Öncelikle küçük çaplı balıkçılık başta olmak üzere sektördeki kırılmalı alt sektör çalışanlarına sokağa çıkma kısıtlamalarında çalışma belgesi verilmesi gerekliliktir. Bununla birlikte balıkçıların yerel halka hitap edebileceği satışların telefon uygulamalarıyla yapıldığı bir uygulama, balıkçılara e-ticaret üzerinden satış imkânı ile yeni tedarik zinciri oluşturulmalıdır.

c) COVID-19 pandemi şartlarında akuakültür üretiminin devamlılığı açısından kısa vadede ithalat-ihracat serbestliği için bölgesel balıkçılık kuruluşlarında (RFMO) gündeme gelmesi ile uzun vadede yetiştiricilik faaliyetlerinin altyapısının geliştirilmesi için yerel tesislerin kurulması (balık yemi), kuluçkahaneler açılması, su ürünleri işleme teknolojisi alt yapısının güçlendirilmesi önerilmektedir. Yönetimsel olarak sektöre yatırım yapacak gerçek veya tüzel kişilere vergi yükümlülüğünde azaltma gibi özel pozitif ayrımcılık verilmelidir.

d) Mevcut çalışmalar altı kıtadan alınmıştır; fakat su ürünleri

sektörünün alt sektörlerine dair daha geniş örneklerle çalışılmasına, pandemide su ürünleri sektörlerinden yetiştiricilik faaliyetleri, küçük çaplı balıkçılık, endüstriyel balıkçılık, sucul ekosistemi kişisel koruyucu ekipmanlarının aşırı kirliliği konularında daha derinlemesine sektörün içinde bulunduğu durumu ortaya koyan farklı ülkelerde yapılacak araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, küresel ölçekte meydana gelen böyle bir katastrofik olayın üstesinden gelinmesi ancak uluslararası çapta mümkün mertebede adil olabilecek bir iş birliğiyle sağlanabilir. Bu durum önümüzdeki dönemde küresel ısınma ve artan nüfus ile karşımıza çıkabilecek ve gıda tedarik zinciri üzerine olumsuz etki yapacak bu faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde daha da önem kazanmaktadır. Bu kapsamda yapılan ve yapılacak olan çalışmalarda sadece devletlerin değil Sivil Toplum Kuruluşlarının aktif rol üstlenmesi olayın sadece ekonomik tarafını değil sosyal ve kültürel etkilerinin doğru biçimde ortaya konmasını sağlayacaktır. Son olarak geldiğimiz nokta itibarıyla "Temiz, yaşanabilir ve daha adil bir dünya için ele" mottosunun hayata geçirilmesi elzem görülmektedir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

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

## Kaynaklar

- Alliouche, F. & Arab, A. (2021). Overview on the situation of the fishing and aquaculture sector in Algeria during the coronavirus pandemic. *International Journal of Aquatic Science*, 12(2): 1683-1691.
- Avtar, R., Singh, D., Umarhadi, D. A., Yunus, A. P., Misra, P., Desai, P. N., Kouser, A., Kurniawan, T. A. & Phanindra, K. B. V. N. (2021). Impact of COVID-19 lockdown on the fisheries sector: a case study from three harbors in Western India. *Remote Sensing*, 13: 183. <https://doi.org/10.3390/rs13020183>
- Azra, M.N. (2020). COVID-19 Risks to Malaysian food security assurance. *International Journal of Current Research and Review*, 12: 1-1. <http://dx.doi.org/10.31782/IJCRR.2020.12178>
- Can, M. F. & Demirci, A. (2012). Fisheries management in Turkey. *International Journal of Aquaculture*, 2(8): 48-58.
- Can, M. F., Şimşek, E., Demirci, A., Demirci, S. & Akar, Ö. (2020). The evaluation of the early impacts of the COVID-19 pandemic on the export of fishery commodities of Turkey. *Marine and Life Sciences*, 2(1): 18-27.
- Chanrachkij, I., Laongmanee, P., Lanmeen, J., Suasi, T., Sornkliang, J., Tiaye, R., Yasook, N., Putsa, S. & Chumchuen, S. V. (2020). Severity of the impacts of COVID-19 pandemic on small-scale fisheries of Thailand: a preliminary assessment. *Fish for the People*, 18(2): 43-47.
- Aura, C. M., Nyamweya, C. S., Odoli, C. O., Owiti, H., Njiru, J. M., Otuo, P. W., Waithaka, E. & Malala, J. (2020). Consequences of calamities and their management: The case of COVID-19 pandemic and flooding on inland capture fisheries in Kenya. *Journal of Great Lakes Research*, 46(6): 1767-1775. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2020.09.007>
- Coban, B. & Karakaya, Y. E. (2010). Geleceği planlamada stratejik yönetim ve Swot analizi: Kavramsal yaklaşımlar. *Social Sciences*, 5(4): 342-352.
- Coll M, Ortega-Cerdà M, Mascarell-Rocher Y. (2021). Ecological and economic effects of COVID-19 in marine fisheries from the Northwestern Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 255: 108997. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.108997>
- Demirci, A. , Can, M. F. & Akar, Ö. (2019). Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde yer alan su ürünleri üretim tesislerinin kapasite analizi. *Marine and Life Sciences*, 1(1): 32-38.
- Demirci, A., Şimşek, E., Can, M. F., Akar, Ö. & Demirci, S. (2020). Has the pandemic (COVID-19) affected the fishery sector in regional scale? A case study on the fishery sector in Hatay province from Turkey. *Marine and Life Sciences*, 2(1): 13-17.

- FAO, ((2021). Fisheries and aquaculture statistics. Retrieved on November 1, 2021 from <https://www.fao.org/fishery/statistics>.
- Ferrer, A. J. G., Pomeroy, R., Akester, M. J., Muawanah, U. M. I., Chumchuen, W., Lee, W. C., Hai, P. G. & Viswanathan, K. K. (2021). COVID-19 and small-scale fisheries in Southeast Asia: impacts and responses. *Asian Fisheries Science*, 34(2021): 99-113. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2021.34.1.011>
- Fiorella, K. J., Bageant, E. R., Mojica, L., Obuya, J. A., Ochieng, J., Olela, P., Otuo, P. W., Onyango, H. O., Aura, C. M. & Okronipa, H. (2021). Small-scale fishing households facing COVID-19: The case of Lake Victoria, Kenya. *Fisheries Research*, 237: 105856. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105856>
- Genç, E., Kaya, D., Atalay, M. A. & Kanyılmaz, M. (2020). Effects of Covid-19 Pandemic on the Fisheries and Aquaculture Industry: A Mini Review. *Türkiye Biyotetik Dergisi*, 7(3): 162-167. <https://doi.org/10.5505/tjob.2020.06025>
- Greenville, J., McGilvray, H., Cao, L. Y. & Fell, J. (2020). *Impacts of COVID-19 on Australian agriculture, forestry and fisheries trade*. Canberra, 27 pp.
- Grillo-Núñez, J., Mendo, T., Gozzer-Wuest, R. & Mendo, J. (2021). Impacts of COVID-19 on the value chain of the hake small scale fishery in northern Peru. *Marine Policy*, 134: 104808. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104808>
- Haas, B., Davis, R., Campbell, B. & Hanich, Q. (2021). Regional fisheries management: COVID-19 calendars and decision making. *Marine Policy*, 128: 104474. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104474>
- Haddad, M.B., De-la-Torre, G.E., Abelouah, M.R., Hajji, S., Alla, A. A. (2021). Personal protective equipment (PPE) pollution associated with the COVID-19 pandemic along the coastline of Agadir, Morocco. *Science of the Total Environment*, 798: 149282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149282>
- Heazle, M. (2021). Assessing COVID-19's "known unknowns": potential impacts on marine plastic pollution and fishing in the South China Sea. *Maritime Studies*, 20: 459-474. <https://doi.org/10.1007/s40152-021-00237-y>
- Howarth, A., Jeanson, A. L., Abrams, A. E. I., Beaudoin, C., Mistry, I., Berberi, A. & Cooke, S. J. (2020). COVID-19 restrictions and recreational fisheries in Ontario, Canada: preliminary insights from an online angler survey. *Fisheries Research*, 240: 105961. <https://doi.org/10.32942/osf.io/87qh9>
- Islam, M. M., Khan, M. I. & Barman, A. (2021). Impact of novel coronavirus pandemic on aquaculture and fisheries in developing countries and sustainable recovery plans: Case of Bangladesh. *Marine Policy*, 131: 104611. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104611>
- Ivanova, I. G. (2020). Problems and measures to support the Russian fishing industry in the conditions distribution of COVID-19. *Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана* (pp. 136-138).
- Jlassi, A., Mahjoub, S. & Crespi, V. (2020). Preliminary analysis of the impact of COVID-19 on the fishery and aquaculture sectors in Tunisia. *FAO Aquaculture Newsletter*, (62): 34-36.
- Kemp, PS., Froese, R. & Pauly, D. (2020). COVID-19 provides an opportunity to advance a sustainable UK fisheries policy in a post-Brexit brave new World. *Marine Policy*, 120: 104114. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104114>
- Kinda, R. S., Zidouemba, P. R. & Ouedraogo, I. M. (2020). How could the Covid-19 pandemic impact the economy of Burkina Faso. *Economics Bulletin*, 40(3): 2034-2046.
- Mangubhai, S., Nand, Y., Reddy, C. & Jagadish, A. (2021). Politics of vulnerability: Impacts of COVID-19 and Cyclone Harold on Indo-Fijians engaged in small-scale fisheries. *Environmental Science & Policy*, 120: 195-203. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.003>
- Mardhia, D., Kautsari, N., Syaputra, L. I., Ramdhani, W. & Rasiardhi, C. O. (2020). Penerapan protokol kesehatan dan dampak Covid-19 terhadap harga komoditas perikanan dan aktivitas penangkapan. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 1(2): 80-87.
- Mobsby, D., Steven, A. H., Curtotti, R. & Dylewski, M. (2021). *Australian fisheries and aquaculture: Outlook to 2025–26*. ABARES research report, Canberra, March. <https://doi.org/10.25814/vrza-aa56>
- Nyiwang, R., Ayilu, R. K., Suh, N. N., Ngwang, N. N., Varnie, F. & Loring, P. A. (2021). COVID-19 and Small-scale fisheries in Africa: Impacts on livelihoods and the fish value chain in Cameroon and Liberia. *EcoEvoRxiv Preprints*. <https://doi.org/10.32942/osf.io/5zvx2>
- Okuduwor, A., Morris, R. & Ozigbu, J. (2021). Economic implications of COVID-19 lockdown on fish suppliers in Port Harcourt City, Rivers State, Nigeria. *Asian Journal of Economics, Finance and Management*, 5(3): 1-5.
- Okyere, I., Chuku, E. O., Ekumah, B., Angnuureng, D. B., Boakyee-Appiah, J. K., Mills, D. J., Babanawo, R., Asare, N. K., Aheto, D. W. & Crawford, B. (2020). Physical distancing and risk of COVID-19 in small-scale fisheries: A remote sensing assessment in coastal Ghana. *Scientific Reports*, 10(1): 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79898-4>
- Silva, M. R., Silva, A. B., Barbosa, J. C., Amaral, C., & Lopes, P. F. (2022). Empowering fisherwomen leaders helped reduce the effects of the COVID-19 pandemic on fishing communities: Insights from Brazil. *Marine Policy*, 135: 104842. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104842>
- Steenbergen, D. J., Neihapi, P. T., Koran, D., Sami, A., Malverus, V., Ephraim, R. & Andrew, N. (2020). COVID-19 restrictions amidst cyclones and volcanoes: A rapid assessment of early impacts on livelihoods and food security in coastal communities in Vanuatu. *Marine Policy*, 121: 104199. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104199>
- Şimşek, E. & Can, M. F. (2019). Ege bölgesi su ürünleri üretim tesislerinin analizi. *V. International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2019) Adana, Turkey*, Proceedings Book, 512-526.
- Tokatlı, C. (2022). Invisible face of COVID-19 pandemic on the freshwater environment: An impact assessment on the sediment quality of a cross boundary river basin in Turkey. *International Journal of Sediment Research*, 37(2): 139-150. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2021.09.003>
- Truchet, D. M., Buzzi, N. S. & Noceti, M. B. (2021). A "new normality" for small-scale artisanal fishers? The case of unregulated fisheries during the COVID-19 pandemic in the Bahía Blanca estuary (SW Atlantic Ocean). *Ocean & Coastal Management*, 206, 105585. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105585>
- TÜİK, (2021). Su Ürünleri İstatistikleri. Retrieved on November 5, 2021 from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252>
- White, E. R., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Cottrell, R. S., Branch, T. A., Bejarano, R. A. & Baum, J. K. (2021). Early effects of COVID-19 interventions on US fisheries and seafood. *Fish and Fisheries*, 22(1): 232-239. <https://doi.org/10.1111/faf.12525>
- WHO, (2020). Coronavirus disease (COVID-19). Retrieved on December 7, 2021 from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub>
- WHO, (2021). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard Situation by Region, Country, Territory & Area. Retrieved on December 7, 2021 from <https://covid19.who.int/table>



## Dip trol balıkçılığında Norveç istakozunun (*Nephrops norvegicus*) morfolojik özellikleri kullanılarak seçiciliğinin tahminine ilişkin bir ön çalışma

<sup>1</sup>Celalettin Aydın<sup>1, 2, 3\*</sup>, <sup>1</sup>Adnan Tokaç<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Gamze Akpınar<sup>2, 3</sup>

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

Received: 02.03.2022

Accepted: 30.03.2022

### Affiliations

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

<sup>2</sup>Ege University, Urla Maritime Vocational School, Urla, İzmir, TURKEY

<sup>3</sup>Ege University, Research and Application Center of Underwater, Urla, İzmir, TURKEY

### Anahtar Kelimeler

*Nephrops norvegicus*  
FISHSELECT  
Seçicilik  
Morfolojik özellik  
Simülasyon

### ÖZET

Bu çalışma, Norveç istakozunun (*Nephrops norvegicus*) morfolojik özelliklerinden yararlanılarak dip trol balıkçılığında kullanılan farklı torba ağ göz açıklıkları için elde edilebilecek olası  $L_{50}$  seçicilik parametresinin önceden tahmin edilebilmesine yönelik bir ön çalışmayı kapsamaktadır. Laboratuvarında yapılan morfolojik tespit çalışmaları ve sonrasında bilgisayar ortamında yapılan simülasyon olarak iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada populasyonu mümkün olduğunca temsil edebilecek en küçükten en büyüğe kadar farklı boy gruplarındaki (18-61 mm karapas boyu) 20 adet Norveç istakozu kullanılmıştır. Bireylerin karapas boyları ve ağırlıkları tespit edilmiş ve ağ göz kalıplarından kaçma/geçme olasılıkları test edilmiştir. Daha sonra veriler FISHSELECT'e aktarılmış ve simülasyon başlatılmış, türe ait  $L_{50}$  değeri için ağ göz büyüklüğü ve açıklık derecesine karşı gelen izobar grafiği elde edilmiştir. FISHSELECT simülasyonu sonucunda Norveç istakozu için seçilen 3 farklı vücut kesiti için sırasıyla CS1 için ships (133,745;  $R^2= 0,810$ ), CS2= 192,324;  $R^2= 0,961$ ) ve CS3 (184,590;  $R^2= 0,948$ ) için ise Flexelips 1 en uygun model olarak tespit edilmiştir.

## A preliminary study on the estimation of selectivity of Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*) using morphological characteristics in bottom trawl fishing

### ABSTRACT

This study includes a preliminary study to predict the possible  $L_{50}$  selectivity parameter, which can be obtained for different mesh sizes used in bottom trawl fisheries, by using the morphological features of the Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*). The study was carried out in two stages as morphologically based works in the laboratory and then simulation studies in the computer-based. In the study, 20 Norwegian lobsters in various sizes, from the smallest to the largest (18-61 mm carapace length), were used to represent the population as much as possible. In laboratory studies, the carapace lengths and weights of these individuals were measured and the probability of escaping/passing from the mesh templates was tested. The data transmission to FISHSELECT software and also simulation process were done and isobar figures showing the  $L_{50}$  values of Norway lobster against mesh sizes and mesh openness degrees were produced. As result of the FISHSELECT simulation, it was determines as the best model ships for 133.745;  $R^2= 0.810$ ), CS2= 192.324;  $R^2= 0.961$ ) ve CS3 (184.590;  $R^2= 0.948$ ) As a result of FISHSELECT simulation, for 3 different body sections selected for Norway lobster, ship for CS1 and Flexellips 1 for CS2 and CS3 were determined as the most suitable models, respectively.

### Keywords

*Nephrops norvegicus*  
FISHSELECT  
Selectivity  
Morphology  
Simulation

### Cite this article as

Aydın, C., Tokaç, A. & Akpınar, G. (2022). A preliminary study on the estimation of selectivity of Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*) using morphological characteristics in bottom trawl fishing. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 46-52 (in Turkish)

## Giriş

Balıkçılık takımlarında ağ göz şekli ve genişliği ile ilgili düzenlemeler kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için oldukça önemlidir. Stoktaki üreme olgunluğuna erişmemiş küçük bireylerin operasyon sırasında kaçmasının sağlanmasına dayanan bu olgu seçicilik olarak tanımlanmaktadır. Türkiye ve Dünyada uzun zamandır bilinen ve üzerinde çok çalışılan bir konudur. Günümüzde seçiciliğin tespiti için kullanılan temel yöntem, genellikle saha çalışmalarından veri elde etmek ve bu verilerin istatistiksel olarak değerlendirmektir. Güvenilir sonuçlar elde etmek ve çekimler arası varyasyonları azaltmak için çok sayıda deniz çalışması yapılması gerekmektedir. Bu durum verilerin elde edilme sürecini uzatmakta ve maliyetleri artırmaktadır (Tokaç ve ark., 2016).

Troller demersal türlerin avcılığında en etkin av aracıdır. Türkiye demersal balıkçılık üretiminin yaklaşık % 90'ı trol balıkçılığından elde edilmektedir (Tokaç, 2001). Diğer taraftan trollerde istenen boyutta avlanan türlerin yanısıra küçük, hedef dışı ya da istenmeyen türler sorunu güncelliğini korumaktadır. Seçicilik çalışmaları 1950'li yıllarda hedef türün seçiciliği üzerinde başlamıştır (Hall ve ark., 2000). Bu yıllardaki çalışmalarda doğal ve yapay malzemelerden yapılmış torbaların seçicilik özellikleri ayrıntılı şekilde ortaya konmuştur (Walsh ve ark., 2002; O'Neill ve Mutch, 2017; Lucchetti ve ark., 2021). Trol seçiciliği üzerine teorik tahmin modelleri ise 2000'li yılların ilk yarısında Kuzey Denizi dip trol balıkçılığında başlanmıştır (Herrmann 2005a; 2005b ve Herrmann ve ark., 2006). Daha sonraları Üç ülke (İskoçya Norveç ve Fransa) ortaklığında PRESEMO ve FISHSELECT modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden ilki olan PRESEMO torba seçiciliğinde fiziksel, biyolojik ve davranışsal mekanizmaların anlaşılmasına dayalı bir simülasyon programıdır (Herrmann ve ark., 2006; O'Neill ve Herrmann, 2007). Programın çalışabilmesi için trol ağı ve torbanın fiziksel özellikleri, çekim sırasında aldığı şekil, balıkların boy, genişlik vb. morfolojik özellikleri, türün popülasyon yapısı, davranış gibi verilerin eklenmesi gerekmektedir. Modellerden ikincisi; balıkların morfolojik özelliklerinden seçiciliğin tahmin edilmesine dayanan "FISHSELECT" yöntemidir (Herrmann ve ark., 2009). Programın temeli balık morfolojisi için ölçüm araçları, balıkların ağ gözlerinden geçip geçmediğinin tespitinde kullanılan ağ gözü şablonları, serbest geçişlerin testi ve verilerin değerlendirilmesinde sağlayan yazılımdır. PRESIMO'ya göre daha basit ve göreceli olarak daha kısa sürede sonuç vermesi en önemli avantajlarıdır. Herrmann ve ark. (2009) FISHSELECT metodunu geliştirmeye yönelik (*Gadus morhua*) ile çalışma yapmışlardır. Dört farklı ağ göz şekli (rombik, kare, dikdörtgen ve altıgen) ve on bir farklı ağ göz boyunda yaptıkları denemelerden elde edilen teorik seçicilik parametreleri, deniz çalışmasından elde edilen veriler ile karşılaştırılmış ve FISHSELECT model sonuçlarının doğruluğu ortaya konmuştur. Bu kapsamda yapılan diğer bazı çalışmalar; Herrmann ve ark. (2009) ile Frandsen ve ark. (2010) tarafından Kuzey Denizi Skagerrak-Kattegat'da Akdeniz de ise Tokaç ve ark. (2012); Tokaç ve ark. (2016); Tokaç ve ark. (2018) ve Kostak ve Tokaç (2018) tarafından yapılmıştır. Türkiye'de ilk defa FISHSELECT programını Tokaç

ve ark. (2012) tarafından barbunya (*Mullus barbatus*), isparoz (*Diplodus annularis*), izmarit (*Spicara smaris*), kırma mercan (*Pagellus erythrinus*) ve yabancı mercan (*Pagellus acerna*)'nin morfolojik özelliklerini de kullanılarak, 40 mm kare, 44 mm ve 50 mm baklava gözlü torbaların seçicilik parametreleri ile ağ göz büyüklüğü ve açıklık derecesine karşı çizilen izobar grafikleri ortaya koymuşlardır.

Norveç istakozu (*Nephrops norvegicus* Linnaeus, 1758) dip trol balıkçılığı av kompozisyonu içinde yüksek ticari öneme sahip önemli türlerden biridir. İzlanda'dan Faraa Adalarına, Mısırın Atlantik kıyısından batı ve merkez Akdeniz'e (Baltık denizi, Karadeniz, Marmara Denizi hariç) kadar 20-800 m'lerde çamurlu alanlarda yaşamını sürdürmektedir (FAO, 2014). Türün biyolojisi popülasyon özellikleri ortaya konmuş, farklı torbaların seçicilik özellikleri araştırılmıştır (Froglija ve Grimato, 1981; Sarda ve ark., 1993; Stergiou ve ark., 1997; Mytilineou ve ark., 1998; Sarda, 1998; Bahamon ve ark., 2006; Guijarro ve Massuti, 2006; Sala ve ark., 2008; Kaykaç ve ark., 2009; Tokaç ve ark., 2009). Frandsen ve ark. (2010) tarafından Norveç istakozunun morfolojik özellikleri baz alınarak optimum seçicilik değerini elde etmek için türün morfolojisi ile ağ göz açıklıklarının etkileşimi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada, Norveç istakozunun morfolojik özelliklerinden yararlanılarak dip trol balıkçılığında kullanılan farklı torba ağ göz açıklıkları için  $L_{50}$  değerlerinin önceden tahmin edilmesine yönelik bir ön çalışma niteliğindedir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada, popülasyonu mümkün olduğunca temsil edebilecek en küçükten en büyüğe kadar farklı boy gruplarındaki (18-61 mm karapask boyu) 20 adet Norveç istakozu laboratuvar çalışmaları kullanılmıştır. Frandsen ve ark. (2010) Norveç istakozu için ağ gözlerinden kaçış için en iyi temas şekli olarak 3 farklı şekli tanımlamışlardır. Şekil 1'de verilen bu temas şekilleri bu çalışmada baz alınmıştır. Bu temas şekilleri sırasıyla, CS1 (Kafanın en yüksek noktası), CS2 (Anal omurga) ve CS3 (Yüzgeçlerin hariç tutulduğu maksimum genişlik)'dür. CS1 ve CS2'deki konturlar FISHSELECT yazılımı tarafından otomatik olarak algılanırken CS3 için konturlar manuel olarak üretilmektedir.  $R^2$  değerleri, türün gerçek kesiti ile yazılımdan elde edilen modelin birbiriyle olan yarıçap ve açı değerlerine göre hesaplanmaktadır.  $R^2$  değeri en yüksek ve AIC (Akaike Information Criterion) değeri en düşük olan model simülasyon için en uygun modelini ifade etmektedir.

Bu temas şekillerinin farklı ağ gözü boyu ve şekillerinden geçip geçmediği laboratuvar çalışmalarında ağ şablonları kullanımı ile test edilmiştir. Farklı temas şekillerinin seçicilik sonuçları için çok fazla sayıda simülasyon yapılmıştır. Her bir simülasyon bireysel temas şekillerinin katılımı ile tesadüfi olarak çeşitlendirilmiştir. Simülasyon çıktıları örneklemeden elde edilen değerler esas alınarak sıralanmıştır. Yükseltgenme faktörlerinin kombinasyonu trol torbasındaki seçicilik yönteminin bir yansıması olarak kabul edilmiştir.

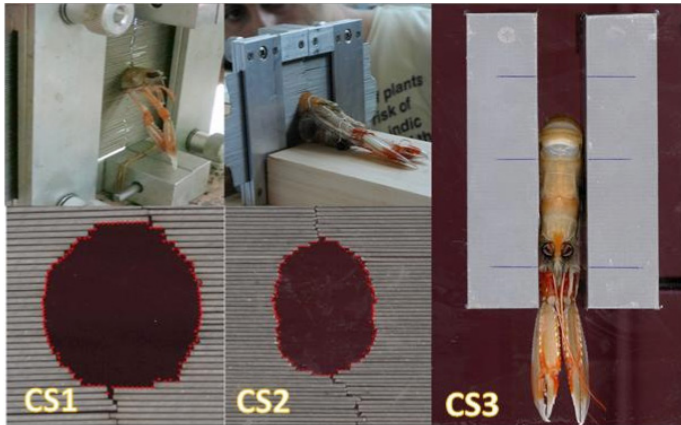
Çalışmada 20 bireyin ağ gözleri şablonları kullanarak ağ gözlerine



karşı gösterdiği kaçış durumları için serbest geçiş testleri (farklı büyüklük ve şekildeki toplam 478 adet ağ gözünden geçip geçmediğinin test edilmesi) ile yapılmıştır. Bu kapsamda her bir birey (N=20) için 3 farklı temas noktasından (CS1, CS2 ve CS3) toplam 28680 geçiş testi gerçekleştirilmiştir.

Karapas boyu, ağırlık ve morfometrik vücut ölçümleri laboratuvar çalışmaları esnasında kaydedilmiştir. Laboratuvar çalışmalarında yapılan işlemler Şekil 2'de özetlenmiştir. Norveç istakozu bireyleri üzerinde Frandsen ve ark. (2012) tarafından uygulanan toplam boy, karapas genişliği, karapas yüksekliği ve 2. karın segmentinin genişliği gibi ölçümler için, düz yataklı tarayıcı kullanılarak her bireyin üç farklı görüntüsü alınmıştır. Morfolojik ölçümlerine ait detaylar Şekil 3'te verilmiştir. Ağırlık ölçümleri 0,01 g hassasiyetli terazi ile alınmıştır.

Morfometrik vücut ölçüm işleminde mekanik morfometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 4). Bu alet bireylerin vücut şekillerini belirlemektedir. Yuvarlak paslanmaz çelik çubukların her biri ayrı olarak hareket ettirilebilmektedir. Ölçümü yapılacak birey, önceden belirlenmiş vücut kesit noktasından tellere dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Vücut çevresini belirlemek için sistemdeki çubuklar ölçülecek bireylerinin tek tek itilmektedir. Tarayıcı cihaz kullanarak şekil değerlendirilmek üzere bilgisayara aktarılmaktadır.



**Şekil 1.** Norveç istakozu için tanımlanan CS1, CS2 ve CS3'ün morfometre ve tarayıcı ile ölçümü.

**Figure 1.** Cross-section identification process using morphometry and scanner for a randomly selected Norwegian lobster

Tarayıcı ile taranan bireyler FISHSELECT yazılımı ile sayısallaştırılıp, simülasyon işlemi için gerçek ve sanal verilerin karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Morfometre cihazından elde edilen veri, balığın vücut şeklini ifade eden noktasal alanlara dönüştürülmektedir (Şekil 4).

## Bulgular

Ölçümü yapılan 20 bireyin karapas boyları 25-65 mm aralığında olup, en fazla 35 mm boy grubunda yoğunlaşmıştır (Şekil 5). Norveç istakozu türü için 3 farklı (CS) vücut kesit şekli test edilen veriler Şekil 6'da ve belirlenen en iyi modeller ise Şekil 7'de sunulmuştur. Söz konusu 3 vücut kesit şekli (CS) belirlenmesinde vücudun en yüksek noktaları olan ve ağdan



**Şekil 2.** Norveç istakozu boy ölçümlerinin değerlendirilmesine ilişkin işlem aşamaları (a: Bireylerin boy sırasına göre dizilişi, b: çalışmada kullanılan örnekler, c; morfometrik ölçümlerin alınması d: morfometri aleti, e: verilerin bilgisayara işlenmesi, f-h: farklı büyüklükteki ağ gözü şablonlarından Norveç istakozunun geçip geçmediğinin tespiti (serbest geçiş), i: verilerin değerlendirilmesi)

**Figure 2.** Process steps for the Norwegian lobster length measurements (a: sequencing of individuals in order of length, b: samples used in the study, c; taking morphometer measurements d: morphometer device, e: data processing into computer, f-h: Fall through experiments (free pass), i: data analysis)

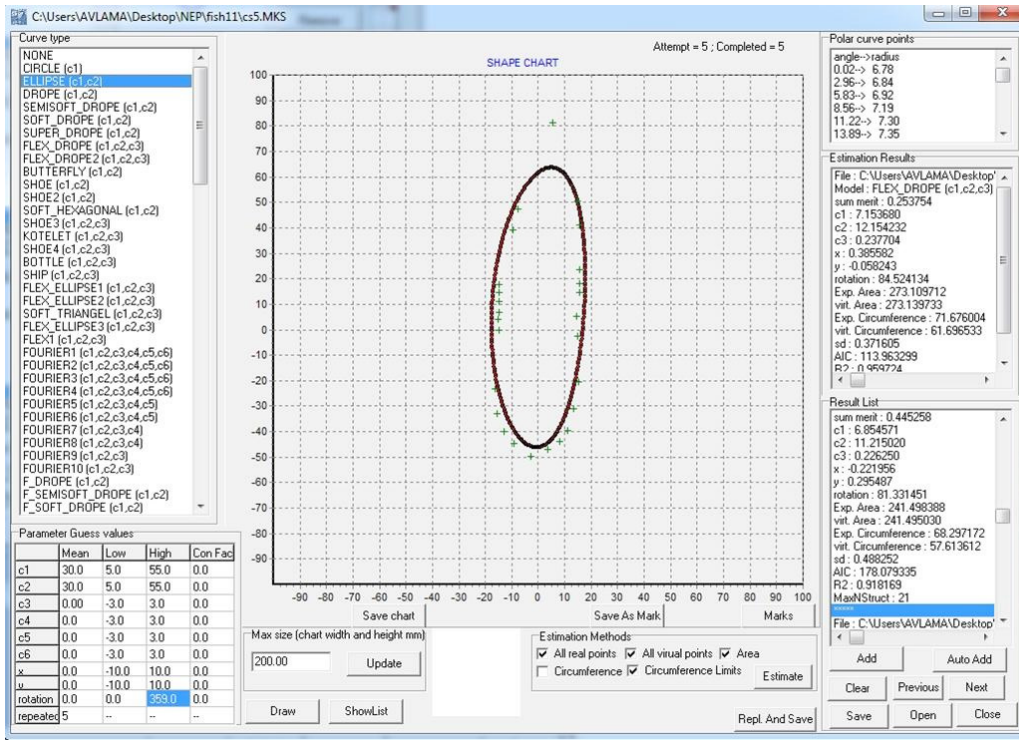
kaçışı belirleyen dorsal-ventral bölgeleri temel olarak dikkate alınmıştır.

FISHSELECT yazılımını kullanarak CS noktalarının boy ile ilişkisi tespit edilmiştir. Boy-vücut çevresi arasında büyüme tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda, 4 farklı model elde edilmiştir. Norveç istakozu türü üzerinde yapılan simülasyon çalışması sonucunda CS1 için 'Gemi', CS2 ve CS3 için 'Flekselips 1' en iyi model olarak bulunmuştur (Tablo 1).



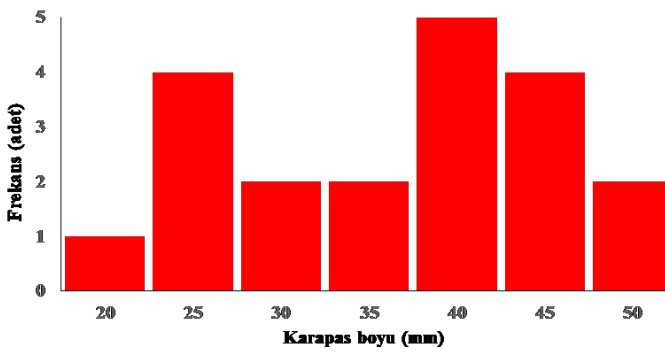
**Şekil 3.** Norveç istakozu bireylerinin mekanik morfometre ile istenilen bölgelerdeki vücut kesitleri şekillerinin belirlenmesi

**Figure 3.** Determining the cross sections of Norwegian lobster individuals by mechanical morphometer



**Şekil 4.** Norveç istakozunun scanner ile taratılmış vücut şekline (yeşil konturlar) uygun geometrik şeklin (kırmızı kontur) belirlenmesi için yapılan simülasyon çalışması

**Figure 4.** The simulation studies for the fitting of the cross-section and penetration model for Norway lobster



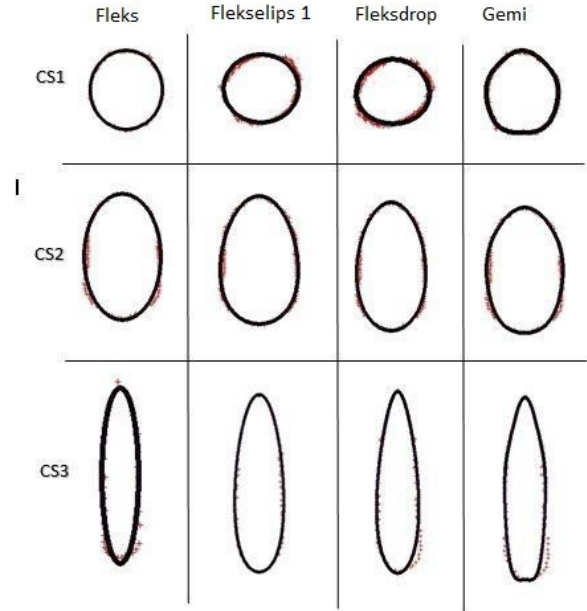
**Şekil 5.** Çalışmada kullanılan bireylerin karapas boyu (mm) dağılım grafiği  
**Figure 5.** Carapace length distribution graph for the Norway lobster specimens used in the study

FISHSELECT ile seçicilik çalışmalarını popülasyon üzerinde değerlendirilirmiş gibi işlem yapmaktadır. Birey sayısı arttıkça simülasyon sonucundaki hata oranı azalması sebebiyle minimum ve maksimum boy sınıflarında 5000 adetlik bir sanal popülasyon tanımlanmıştır. Boy aralığının daha geniş sınırlara taşınması daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Simülasyon aşamasında 5000 adet birey, sadece rombik ağ gözlerine ilişkin 357 ağ göz ve bir modelde simule edilmiştir. Yaklaşık üç ay süren simülasyonda 1 785 000 deneme yapılmıştır. Simülasyon sonucu yazılıma ait "Retention Data" sekmesi ile grafik ve sayısal şekilde  $L_{50}$ , SR değerleri elde edilmiştir. Ağ gözünün açılma oranı ve ağ göz boyu verileri "R" istatistik yazılımıyla değerlendirilmiş ve Norveç istakozuna ait seçicilik izobarı elde edilmiştir (Şekil 8).

### Tartışma ve Sonuç

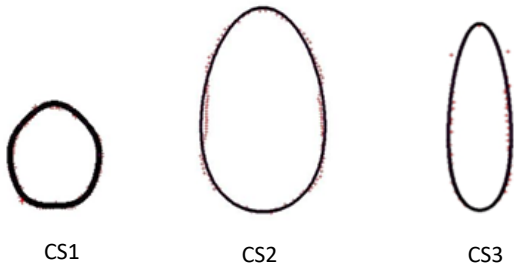
Norveç istakozu çok fazla sayıda ekstremiteye sahip olduğu için trol torbalarında uygun boy seçiciliğini sağlamak genellikle çok zordur. Bu türün seçiciliği balıklarla karşılaştırıldığında

baklava gözlü ağlarda seçicilik eğrisinin eğiminin çok keskin olmadığı görülmektedir. Bu durum türün avcılığında yüksek miktarlarda iskartaya ve pazarlanabilir üründe kayba neden olmaktadır. Ayrıca trol ağının çekim hızı, Norveç istakozunun yüzme hızından daha yüksek olduğundan bu tür ile ağ gözleri arasındaki etkileşimin ve kaçış davranışının tesadüfi olarak gerçekleştiği kabul edilmektedir. Yapılan su altı gözlemleri Norveç istakozunun bu davranışını desteklemektedir ve



**Şekil 6.** Norveç istakozlarının sayısallaştırılan vücut kesit çizgileri (kırmızı) için test edilen şekillere (siyah) ilişkin vücut çevresi (CS) noktaları  
**Figure 6.** The fit of the cross-section (red) and penetration model (black) for Norway lobster



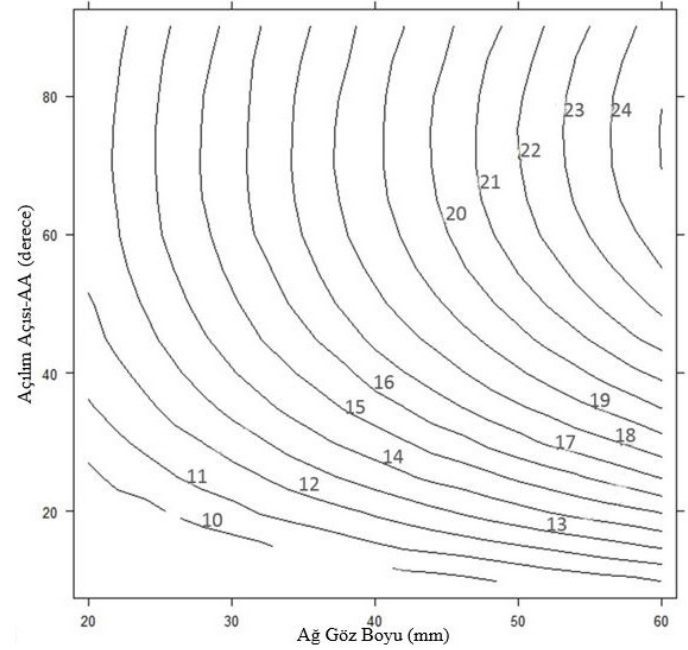


**Şekil 7.** Sayısallaştırılan bireylerin vücut kesit çizgileri ve simülasyon sonucu elde edilen en uygun şekiller.

**Figure 7.** Cross-section lines of individuals and the best models obtained as

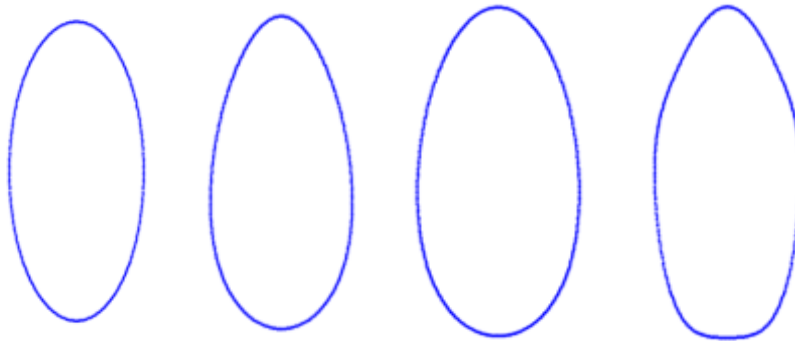
Norveç istakozlarının her zaman ağın alt kısmında kaldığı rapor edilmektedir (Main ve Sangster, 1985; Robertson ve Ferro, 1991; Briggs, 1992).

Norveç istakozuna ait saha çalışmalarında ise 55, 60 ve 70 mm göz açıklığındaki rombik torbalar ile 55 mm kare gözlü torbanın seçicilik parametreleri araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu karapas boyu olarak 55 baklava gözlü torbadaki ortalama  $L_{50}$  boyunu 27,1 (25,9±28,2) mm, 60 mm baklava gözlü torbada 25,8 mm (23,9±28,1), 70 mm baklava gözlü torbada 28,1 mm (26,6±29,8) ve 55 mm kare gözlü torbada ise 34,7 (33,1±36,4) mm olarak bulunmuştur (Campos ve ark.,



**Şekil 8.** Norveç istakozuna ait seçicilik izobar grafiği

**Figure 8.** Design guide for diamond meshes showing  $L_{50}$  values iso-lines for OA values between 10° and 90° of Norway lobster for mesh sizes between 40 and 100 mm



		<i>Elips</i>	<i>Fleksdrop</i>	<i>Flekselips 1</i>	<i>Gemi</i>
CS1	AIC	164,964	181,780	169,815	<b>133,745</b>
	R <sup>2</sup>	0,779	0,690	0,760	<b>0,810</b>
CS2	AIC	202,239	206,131	<b>192,324</b>	196,108
	R <sup>2</sup>	0,956	0,941	<b>0,961</b>	0,959
CS3	AIC	186,494	185,014	<b>184,590</b>	187,281
	R <sup>2</sup>	0,943	0,947	<b>0,948</b>	0,944

**Tablo 1.** Farklı modellerden elde edilen AIC (Akaike Information Criterion) ve Regresyon (R<sup>2</sup>) değerleri (kalın olarak yazılanlar en iyi modeli tanımlamaktadır)

**Table 1.** AIC (Akaike Information Criterion) and Regression (R<sup>2</sup>) values obtained from different models (in bold describe the best model)

2002). 28 mm baklava ve 40 mm rombik ve 40 mm kare gözlü torbalarla yapılan seçicilik çalışmasında 28 mm baklava gözlü torbanın çok fazla sayıda küçük bireyleri alıkoyulduğunu bu nedenle seçiciliğin hesaplanmasının mümkün olmadığı ortaya konulmuştur (Stergiou ve ark., 1997).

Sürdürülebilir balıkçılık için balıkçılık yönetiminde minimum ağ göz boyu düzenlemesi yapılmaktadır. Deneysel olarak farklı ağ gözleri, materyalleri ya da asılma oranları gibi özelliklerinin değiştirilerek test edilmesi ve ilgili balık popülasyonlarına olan

etkisinin karşılaştırılması ile sonuçlar elde edilmektedir. Ağ göz boyutu ve şekli yanında sonuçlar torba etrafındaki göz sayısı, torba uzunluğu av miktarı gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak değişmektedir. FISHSELECT yöntemi daha az çalışma günü, araştırmacı sayısı ve maliyete sahip olması yanında deniz çalışmaları sonucunda tahmin edilen seçicilik parametrelerine yakın sonuçlar vermesi son derece yararlıdır. Yapılan bu ön çalışmada teorik veriler ve deniz parametreleri ile FISHSELECT yazılımından elde edilen verilerin uyum göstermiştir diğer taraftan daha kesin sonuçlara ulaşabilmek için özellikle trol ağlarındaki

torbalarla daha kapsamlı deniz çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tür teorik çalışmaların ve inovatif yöntemlerin kullanılması ve ticari balıkçılığa entegrasyonu, sürdürülebilir balıkçılık açısından oldukça önemlidir. Verilen seçicilik izobar grafiklerinden açıkça görülebileceği üzere ağ göz boyu kısıtlamasının sadece tek basına yeterli olmadığı ortaya konulmuştur. Aynı göz büyüklüğünde fakat farklı göz açılım açılarında yakalanan Norveç istakozunun  $L_{50}$  yakalama boylarında farklılıklar olmaktadır. Dolayısı ile istenen boy gruplarında Norveç istakozunun yakalanması için ağ göz büyüklüğünü yanında mutlaka gözün sahip olması gereken açılım açısı hakkında da bildirimde bulunulması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Bahamon, N., Sardà, F. & Suuronen, P. (2006). Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40 mm square mesh codend. *Fisheries Research*, 81(1): 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.05.020>
- Briggs, R. P. (1992). An assessment of nets with a square mesh panel as a whiting conservation tool in the Irish Sea Nephrops fishery. *Fisheries Research*, 13(2): 133-152. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(92\)90023-M](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90023-M)
- Campos, A., Fonseca, P. & Erzini, K. (2002). Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) off the Portuguese south coast. *Fisheries Research*, 58(3): 281-301. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00396-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00396-4)
- FAO. (2014). List of Species for Fishery Statistics Purposes, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus 1758). Retrieved on March 2, 2022 from <http://www.fao.org/fishery/species/2647/en>.
- Frandsen, R. P., Herrmann, B. & Madsen, N. (2010). A simulation-based attempt to quantify the morphological component of size selection of *Nephrops norvegicus* in trawl codends. *Fisheries Research*, 101(3): 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.09.017>
- Frogliã, C. & Gramitto, M. E. (1981). Summary of biological parameters on the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Adriatic. *FAO Fisheries Reports*, 253: 165-178.
- Guijarro, B. & Massutí, E. (2006). Selectivity of diamond-and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 63(1): 52-67. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.08.011>
- Hall, M. A., Alverson, D. L. & Metzals, K. I. (2000). By-catch: problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 41(1-6): 204-219. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00111-9)
- Herrmann, B. (2005a). Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: I. Model development. *Fisheries Research*, 71(1): 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.024>
- Herrmann, B. (2005b). Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: II. Theoretical study of haddock selection. *Fisheries Research*, 71(1): 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.021>
- Herrmann, B., Priour, D. & Krag, L. A. (2006). Theoretical study of the effect of round straps on the selectivity in a diamond mesh cod-end. *Fisheries Research*, 80(2-3): 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.04.018>
- Herrmann, B. (2008). *A user-guide to the FISHSELECT software tool*. DTU Aqua. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3055.0086>
- Herrmann, B., Krag, L. A., Frandsen, R. P., Madsen, N., Lundgren, B. & Stæhr, K. J. (2009). Prediction of selectivity from morphological conditions: methodology and a case study on cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 97(1-2): 59-71. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.01.002>
- Kaykaç, H., Özbilgin, H. & Tokaç, A. (2009). Effects of mesh configuration on the selectivity of demersal trawl codends for *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Nephropidae). *Crustaceana*, 1569-1578. <https://doi.org/10.1163/001121609X12487811051705>
- Kostak E. N. & Tokaç A. (2018). Predicting the size selectivity based on the striped red mullet morphology (*Mullus surmuletus*) in bottom trawl fisheries. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(3): 90-95. <https://doi.org/10.26650/ASE201817>
- Lucchetti, A., Virgili, M., Vasapollo, C., Petetta, A., Bargione, G., Veli, D. L. & Sala, A. (2021). An overview of bottom trawl selectivity in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 22(3): 566-585. <https://doi.org/10.12681/mms.26969>
- Main, J., & Sangster, G. I. (1985). The behaviour of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.), during frawling. *Department of Agriculture and Fisheries for Scotland*, 1-23.
- Mytilineou, C., Fourtouni, A. & Politou, C. Y. (1998). Trawl selectivity studies on *Nephrops norvegicus* (L.) in the eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 62(S1): 107-116. <https://doi.org/10.3989/scimar.1998.62s1107>
- O'Neill, F. G. & Herrmann, B. (2007). PRESEMO-a predictive model of codend selectivity-a tool for fishery managers. *ICES Journal of Marine Science*, 64(8): 1558-1568. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm101>
- O'Neill, F. G. & Mutch, K. (2017). Selectivity in trawl fishing gears. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 8(01). <https://doi.org/10.4789/1890-1>
- Robertson, J. H. B. & Ferro, R. S. T. (1991). Selectivity of Nephrops trawls. *EEC Study Contract*, 9: 1-15.
- Sala, A., Lucchetti, A., Piccinetti, C. & Ferretti, M. (2008). Size selection by diamond-and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research*, 93(1-2): 8-21. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.02.003>

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

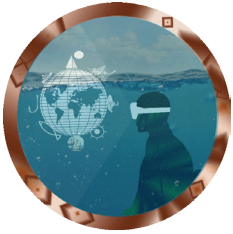
Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

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



- Sarda, F. (1998). *Nephrops norvegicus* (L.): Comparative biology and fishery in the Mediterranean Sea. Introduction, conclusions and recommendations, *Scientia Marina*, 62(Suppl. 1): 5-15.
- Sarda, F., Conan, G. Y. & Fusté, X. (1993). Selectivity of Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) in the northwestern Mediterranean, *Scientia Marina*, 57(2-3): 167-174.
- Stergiou, K. I., Petrakis, G. & Politou, C. Y. (1997). Size selectivity of diamond and square mesh cod-ends for *Nephrops norvegicus* in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 29(3): 203-209. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(96\)00542-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00542-5)
- Tokaç, A. (2001). Studies on the improvement of bottom trawl selectivity in Aegean Sea. 5<sup>th</sup> International Workshop, *Methods For The Development and Evaluation of Maritime Technologies, DEMAT '01*, Proceedings book, 2: 259-274.
- Tokaç, A., Lök, A., Kaykaç, M.H., Aydın, C., Ulaş, A., Gökçe, G. & Özbilgin, H. (2012). *Morfolojik özellikler kullanılarak trol torba seçiciliğinin önceden tahmini*. Tübitak Proje No: 1110492 Sonuç Raporu, İzmir, 48.
- Tokaç, A., Herrmann, B., Gökçe, G., Krag, L. A., Nezhad, D.S., Lök, A., Kaykaç M. H., Aydın, C. & Ulaş, A. (2016). Understanding the size selectivity of red mullet (*Mullus barbatus*) in Mediterranean trawl codends. A study based on fish morphology. *Fisheries Research*, 174, 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.09>.
- Tokaç, A., Herrmann B., Gökçe G., Krag L. A., Nezhad, D. S., (2018). The Influence of mesh size and shape on the size selection of European hake (*Merluccius merluccius*) in demersal trawl codends: An investigation based on fish morphology and simulation of mesh geometry. *Scientia Marina*, 82(3): 147-157. <https://doi.org/10.3989/scimar.04764.18A>
- Tokac, A., Özbilgin, H. & Kaykac, H. (2009). Alternative codend designs to improve size selectivity for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) and rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in the Aegean Sea. *Crustaceana*, 82(6): 689-702. <https://doi.org/10.1163/156854009X407696>
- Walsh, S. J., Engås, A., Ferro, R., Fonteyne, R. & van Marlen, B. (2002). To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science. *ICES Marine Science Symposia*, 215: 493-503.



## The effect of sediment composition and polyethylene glycol precipitation on the detection limit of H6N2 influenza virus in sediment samples

<sup>id</sup> M. Ekin Azbazar<sup>1,2</sup>, <sup>id</sup> Görkem Akıncı<sup>3,4</sup>, <sup>id</sup> Erkan Güler<sup>5</sup>, <sup>id</sup> Zeynep A. Koçer<sup>1,2\*</sup>

\*Corresponding author: [zeynep.kocer@deu.edu.tr](mailto:zeynep.kocer@deu.edu.tr)

Received: 21.03.2022

Accepted: 10.05.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Izmir International Biomedicine and Genome Institute, Dokuz Eylül University, Izmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Emerging Viral Diseases Laboratory, Izmir Biomedicine and Genome Center, Izmir, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Department of Environmental Engineering, Engineering Faculty, Dokuz Eylül University, Izmir, TÜRKİYE

<sup>4</sup>Science and Technology Implementation and Research Center, Dokuz Eylül University, Izmir, TURKEY

<sup>5</sup>Mining Engineering Department, Engineering Faculty, Dokuz Eylül University, Izmir, TÜRKİYE

### Keywords

Influenza A virus  
Environmental factors  
Environmental sources  
H6N2 virus  
Sediment

### Introduction

Influenza A viruses (IAVs) are one of the greatest public concerns affecting millions of people during pandemics and seasonal influenza infections. They belong to the Orthomyxoviridae family and diverge into subtypes based on their surface glycoproteins: hemagglutinin (HA) and neuraminidase (NA). Wild aquatic birds (Anseriformes and Charadriiformes) are the natural reservoir for IAVs and cause asymptomatic or mild gastroenteric disease in its natural host (Webster et al., 1992). So far, 16 HA and 9 NA subtypes have been identified in wild aquatic birds. The RNA genome of the virus is composed of eight unique gene segments that encode 10-12 proteins. Lack of proofreading mechanism of RNA dependent RNA-polymerase (RdRp) and the

### ABSTRACT

Influenza A viruses (IAVs) are naturally carried by wild aquatic birds and generally cause asymptomatic gastroenteric disease in their natural reservoir hosts. Because the viruses follow oral-fecal route in the avian host, they could be shed into water bodies through feces. Furthermore, IAVs that are secreted to abiotic sources might be preserved in the environment for a period, facilitating the transmission of viruses between individuals or species. Viral stability could be affected by several factors such as pH, salinity, and temperature of water. Therefore, this study aims to investigate the lowest amount of infectious IAVs that could be detected in sediment samples via molecular and virus isolation methods, and to compare the sediment composition with the efficiency of detection/isolation of IAVs and viral persistence. For this purpose, an H6N2 virus (A/Aquatic bird/Gediz Delta/1/2018) of avian origin was used for artificially seeding the sediment samples that were collected from Gediz Delta, Izmir, Turkey. Molecular methods showed that lower amount of H6N2 virus could be detected in sediment sample collected from freshwater area (FS) in comparison with the sediment samples that were collected from salty water area (SS). Furthermore, virus precipitation method using polyethylene glycol increased the efficiency of virus isolation by 10-fold in FS, but not in SS. On the other hand, although the detection limit for IAVs was higher in SS than in FS, viral fitness was better maintained in SS. Moreover, high number of cations in the composition of SS along with larger surface area facilitated virus adsorption on SS complicating the virus to detach from sediment particles. Thus, the result of this study remarks that the environmental origin of abiotic sources could affect the viral stability and fitness; therefore, it could affect the transmission dynamics of the virus in different environments.

segmented nature of the viral genome facilitate point mutations and reassortment events, respectively, which may cause the virus to gain interspecies transmission ability.

Abiotic sources such as water and sediment may play a significant role as an indirect route for the virus transmission between individuals or species. Wild aquatic birds excrete IAVs into water bodies through their feces which may contain high titers of IAVs for at least six days (Webster et al., 1978). Viruses in fecal material may further precipitate onto sediment and recirculate in water bodies via the effects of physical factors such as animal activities or water movements. Several studies showed that IAVs were detected in water and sediment via molecular methods. For instance, 4.8% of the water and ice

### Cite this article as

Azbazar, M. E., Akıncı, G., Güler, E. & Koçer, Z. A. (2022). The effect of sediment composition and polyethylene glycol precipitation on the detection limit of H6N2 influenza virus in sediment samples. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 53-62.

samples collected from migratory stopover sites in Michigan were detected as IAV-positive based on the presence of matrix (M) gene (Lickfett et al., 2018). Another study showed that 56% of the sediment samples that were collected from ponds with high abundance of aquatic birds were IAV-positive (Lang et al., 2008). Furthermore, IAVs may remain infectious in water for a period of time, even after the birds' departure from the aquatic ecosystems. For instance, IAVs were successfully isolated from water samples collected from several Alaskan lakes in autumn after ducks migrated away (Ito et al., 1995). However, it is not known whether IAVs remain infectious after they precipitate in sediment.

The persistence and stability of IAVs in aquatic environments depend on several environmental factors such as pH, salinity, and temperature which are defined as neutral pH, low temperatures, and fresh to brackish salinities (Stallknecht et al., 1990a; Brown et al., 2009). There are several studies in the literature that focused on how environmental factors may affect the infectivity of IAVs. For instance, IAVs could perpetuate their infectivity up to 207 days at 17°C according to the experiments using artificially seeded samples (Stallknecht et al., 1990b). Moreover, viral infectivity seemed to be maintained longer times at lower temperatures (4°C) when the virus was kept in distilled water (Stallknecht et al., 1990a). In another study, the infectivity of human H1N1 virus was maintained for more than one day, although the temperature and salinity of water were high (35°C and 270 ppt, respectively) (Dublineau et al., 2011). Considering the idea that IAVs which maintain the infectivity in water bodies may be adsorbed onto the colloidal particles suspended in water, they might precipitate together into the sediment. This could be possible through the electrostatic charge differences of IAVs and sediment particles which are negatively and positively charged, respectively (Bitton, 1975). It was shown that IAVs could be adsorbed onto the surface of several minerals such as hematite (iron oxide) or clay containing Na, Cl and Al elements (Warren et al., 1966; Bitton, 1975). Consequently, this might also increase the preservation of viruses on sediment particles as preventing the negative effects of UV-light or heat.

Several methods can be used to separate and precipitate viruses from complex environments. For instance, viruses can be suspended in solutions such as beef extract, glycine buffer, sodium pyrophosphate, or potassium citrate for the virus separation step (Williamson et al., 2003) followed by precipitation and concentration step. Polyethylene glycol (PEG) together with NaCl can be used for its high efficiency in virus precipitation (Guan et al., 2008).

Altogether, our study aims to determine the detection limits of IAVs in freshwater and salty water sediment samples via molecular and culture methods. We also aimed to investigate the effects of environmental factors such as inorganic composition and surface area of sediment samples on the viral fitness and virus adsorption processes. To achieve these aims, we artificially inoculated freshwater and salty water sediment samples using an H6N2 virus of avian origin with mammalian

adaptation markers and detected the lowest amount of IAVs in those sediment samples via molecular and egg culture experiments. Furthermore, elemental/mineral compositions and specific surface areas of sediment samples were detected via XRF/XRD and BET analyses, respectively. Considering the fact that IAVs with H6 subtype are able to transmit to mammals without prior adaptation and have the ability to recognize human-type receptors (Gillim-Ross et al., 2008; Wang et al., 2014), the findings of this study remark the ecology of H6 viruses outside the host and highlights the role of abiotic sources in viral transmission of IAVs which pose a risk for human and veterinary health.

## Materials and Methods

### Virus

The virus used in this study was an H6N2 (A/Aquatic bird/Gediz Delta/1/2018) virus which was previously isolated from the fecal sample of an aquatic bird (Mercan et al., 2021). The initial titer of the virus was calculated as 6.5 log<sub>10</sub> 50% egg infective dose per ml (EID<sub>50</sub>/ml). All experimental work was conducted at a BSL-2 laboratory under a Class II A2 biosafety cabinet.

### Sediment samples

To determine the limit of detection for IAVs in sediment samples via molecular and culture methods, IAV-negative freshwater sediment (FS) and salty water sediment (SS) samples were used. These sediment samples were collected from Izmir Bird Paradise, Gediz Delta in January 2018 by the scientific research permission (No: 72784983-488.04-232438) that was granted by the General Directorate of Nature Conservation and National Parks, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry. The sediment samples were collected in transport media which contained PBS, glycerol, antibiotics (20000 U/ml Penicillin, 400 µg/ml Streptomycin, 300 µg/ml Gentamicin Sulfate, 10 U/ml Polymyxin B) and an antifungal (5 U/ml Nystatin).

### Confirmation of the absence of IAVs in sediment samples

To ensure that the sediment samples were IAV-negative prior to seeding with a known virus, they were subjected to molecular analysis via RT-PCR and virus culture in embryonated chicken eggs (ECEs). First, the sediment samples that were collected from freshwater and salty water sources in transport media were combined separately to obtain approximately 9 gr from each sediment type (excluding the tube weight). This was necessary to obtain enough sediment samples to perform further experiments. Then, the sediment samples were centrifuged at 4400 rpm for 5 min and the supernatant was used to perform RNA isolation using QIAamp Viral RNA Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany) according to the manufacturer's instructions. The absence of IAVs in sediment samples were first tested using molecular methods. Conventional RT-PCR reactions were performed using One-step RT-PCR kit (Qiagen, Hilden, Germany) according to the manufacturer's protocol. IAV-specific primers targeting 234 bp region of the M1 portion of M gene (M30F 5'-ATGAGYCTTYTAACCGAGGTCGAAACG-3', M264R

5'- TGGACAAANCGTCTACGCTGCAG-3') (WHO, 2021) (partial M gene) and 634 bp region of the HA-2 portion of the HA gene (HA1144F 5'-GGAATGATAGATGGNTGGTAYGG-3', HA1778R 5'-ATATCGTCTCGTATTAGTAGAAACAAGGGTGT-TT-3') (WHO, 2002) (partial HA gene) were used in separate reactions. The final concentration of each reaction consisted of 2 µl of extracted RNA, 4 µl of nuclease-free water, 1x RT-PCR Buffer, 400 µM of each dNTP, 0.4 µl of Enzyme Mix and 0.6 µM of each primer. The thermal cycler conditions were 50°C for 60 min, then 95°C for 15 min, followed by 40 cycles of 95°C for 1 min, 56°C (partial HA gene) or 58°C (partial M gene) for 1 min and 72°C for 2 min, and a final extension for 10 min at 72°C. The sediment samples were also inoculated into the allantoic cavities of ECEs for five consecutive passages (Eisfeld et al., 2014) to ensure no virus propagation was observed. Briefly, each sample was centrifuged at 4400 rpm for 5 min, then 0.1 ml supernatant/egg mixed with concentrated antibiotic mixture (2000 U/ml Penicillin, 400 U/ml Streptomycin, 200 U/ml Polymyxin B, 0.05 mg Gentamicin) at 1:1 ratio was inoculated into the allantoic cavities of the 10-days-old ECEs in triplicate. Then, eggs were incubated at 35°C for three days. The viability of the embryos was checked daily. The eggs were then chilled at 4°C overnight. The allantoic fluids were harvested into sterile tubes and tested for the absence/presence of IAVs via hemagglutination (HA) assay using chicken red blood cells (CRBCs) or turkey red blood cells (TRBCs) depending on the ability of IAVs to attach red blood cells. Because there are many mammals (jackal, fox, wild rabbit, weasel, badger, wild cat, jungle cat, seal, wild boar, and horse) residing in the sampling area, TRBCs were used to detect mammalian-like IAVs, if any. Briefly, 0.5% red blood cells (in PBS) were mixed with serial two-fold dilutions of allantoic fluids and incubated at room temperature for 30 minutes. A drop of allantoic fluids were inoculated on blood agar plates (5% sheep blood) to check bacterial or fungal contamination and incubated at 37°C for up to 2 days. In case of bacterial/fungal contamination, the allantoic fluids were sterilized through 0.44 and 0.22 µm filters, checked once again as mentioned above. After contamination was cleared, the HA assay was repeated. Finally, the allantoic fluids were also tested via molecular methods to detect viral RNA as described above to ensure no virus propagation was observed.

#### Determination of the limit of detection via molecular and culture methods

To determine the limit of detection, first, the freshwater and salty water sediments were aliquoted and the dilutions (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000, 1:100000) of an H6N2 virus (A/Aquatic bird/Gediz Delta/1/2018) with an initial titer of 6.5 log<sub>10</sub> EID<sub>50</sub>/ml were artificially seeded into the sediment aliquots. To determine the molecular detection limits immediately after virus seeding, viral RNA isolation and RT-PCR reactions were carried out for each virus dilutions as described above. To determine the detection limit via egg culture, all virus dilutions prepared in freshwater and salty water sediments were centrifuged at 4400 rpm for 5 min, then the supernatant was inoculated into ECEs and passaged for five times. The presence of IAVs was tested via HA assay

using CRBCs after each egg passage. The presence of IAVs in allantoic fluids was also confirmed via molecular methods using partial M and partial HA gene primers as described above.

#### Determination of viral titers

Viral titers in allantoic fluids from each passage were measured in terms of HA unit and EID<sub>50</sub>. To measure HA titer of each sample, 2-fold serial dilutions of the sample were prepared in PBS. Then, 0.5% CRBC solution was added to each well and the end-point dilution was noted as the HA titer of the virus. To measure the titer of the virus in terms of EID<sub>50</sub>, 10-fold serial dilutions of the sample were inoculated into 10-days old ECEs in triplicate. Then, eggs were incubated at 35°C for 3 days. Presence of the virus was tested via HA assay using 0.5% CRBC solution. EID<sub>50</sub> value was calculated for each sample according to the Reed and Muench method (Reed and Muench, 1938).

#### Virus purification and precipitation

To purify and precipitate IAVs from sediment samples, PEG precipitation method supplemented with beef extract solution was applied on the sediment dilutions (Guan et al., 2008). First, five volumes of 3% beef extract (Sigma, Darmstadt, Germany) solution (pH = 6.72) were mixed with all sediment samples that were artificially seeded with the dilutions of an H6N2 virus. Then, the mixture was agitated at 300 rpm for 50 minutes at 4°C to facilitate the separation of viruses from sediment particles. The mixture was centrifuged at 5000 × g for 60 minutes at 4°C and the supernatant was collected. To precipitate the viruses in the beef extract solution, equal volume of 16% PEG-6000 (Sigma, Darmstadt, Germany) solution in 0.01 M PBS (pH = 7.48) was mixed with the supernatant (final PEG concentration: 8%). The mixture was agitated at 200 rpm for 30 minutes at 4°C and incubated overnight at 4°C. Finally, the mixture was centrifuged at 10000 × g for 90 minutes at 4°C and the pellet was resuspended in 2 ml sterile PBS. RNA extraction was performed from the PEG-precipitated samples and RT-PCR reactions targeting specific regions of M and HA genes were carried out as described above. The PEG precipitated sediment samples were also inoculated into ECEs for five consecutive egg passages and the presence of IAVs was tested via HA assay using CRBCs. Viral RNAs were also extracted from the allantoic fluids after each egg passage and subjected to RT-PCR reactions targeting partial HA and M genes using gene-specific primers as described above. The viral titers were also determined for PEG-precipitated samples after each passage in eggs in terms of HA unit and EID<sub>50</sub> as described previously.

#### Sediment composition and specific surface area analyses

The elemental/mineral composition, organic matter density and specific surface area of sediment samples were investigated in non-seeded FS and SS samples to understand the possible effect of sediment composition on virus adsorption process, thus the efficiency of IAV detection. First, the impurities were removed from FS and SS via two different washing methods. The first method was used to eliminate organic impurities

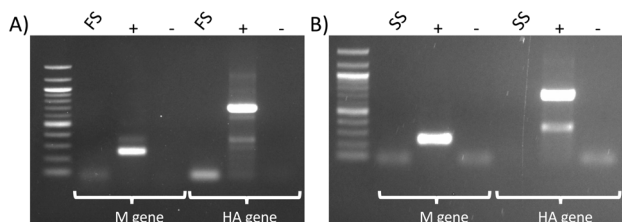


from the samples which were used as a template for inorganic component analyses. This method consisted of several washing steps with isopropanol alcohol ( $\leq 99.5\%$ ) followed by washing with  $\text{dH}_2\text{O}$ . The second method was to make possible to get rid of the impurities without damaging organic components of the samples. For this, sediment samples were washed several times with 10% NaCl followed by cleaning with  $\text{dH}_2\text{O}$ . Then, all wet sediment samples were dried at  $50^\circ\text{C}$  for 3 days. The elemental compositions, mineralogical structures and the specific surface areas of sediment samples were determined via XRF (AMATEK-Spectro IQ II), XRD (X'Pert ProX-ray, Phillips, The Netherlands) and multi-point BET method (Quantochrome NovaWin 2) analyses, respectively. These analyses were carried out at the Center for Materials Research, Izmir Institute of Technology. Prior to BET analyses, the samples were degassed at  $300^\circ\text{C}$  overnight (Güven and Akinci, 2013). Organic matter contents of sediment samples were determined gravimetrically by ignition of the dried sediment samples at  $550^\circ\text{C}$  for 4 hours at the Solid Waste and Soil Pollution Laboratory at the Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Dokuz Eylül University.

## Results

### Confirmation of the absence of IAVs in sediment samples prior to artificial seeding

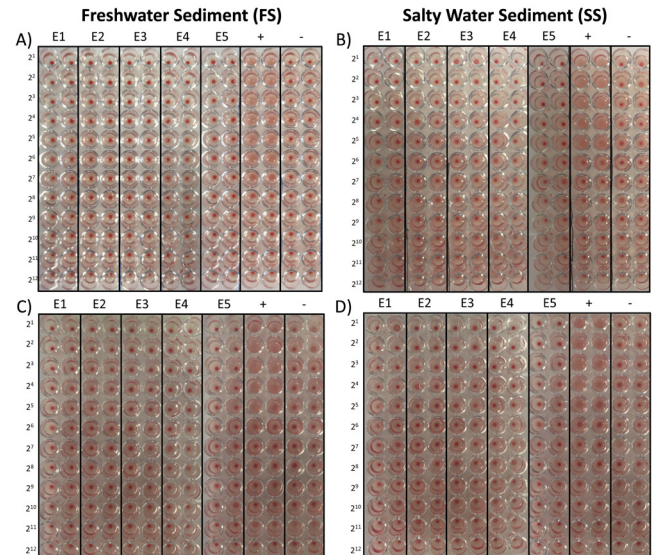
Before we artificially seeded the sediment samples with a known H6N2 virus, both FS and SS samples were tested via molecular and egg culture methods to ensure that the sediment samples were IAV-negative. To test the samples via molecular methods, we first performed viral RNA extraction from FS and SS, followed by RT-PCR reactions with the primers targeting specific regions of M and HA genes of IAVs. Both sediment samples were confirmed IAV-negative based on the amplification of partial M and HA genes (Figure 1).



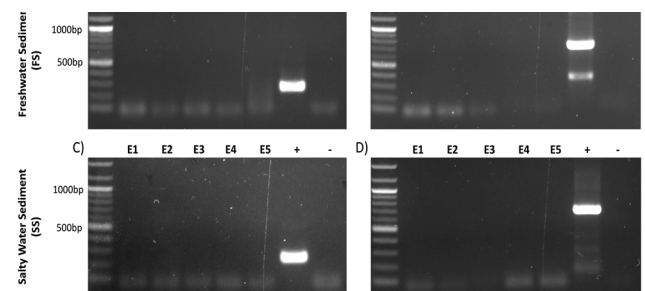
**Figure 1.** Confirmation of the absence of IAVs in sediment samples via molecular methods before artificially seeding with a known virus. The absence of IAVs were tested for FS (A) and SS (B) via RT-PCR targeting partial M gene (left panel) and partial HA gene (right panel). The viral RNA of H6N2 virus and nuclease-free water were used as a positive and negative control, respectively.

Then, the samples were inoculated into ECEs and passaged for five times. Allantoic fluid from each egg passage was tested via HA assay for the presence of IAVs. Since the sampling sites are shared by birds and mammals such as horses, pigs etc., we used CRBCs for avian-like IAVs and TRBCs for mammalian-

like IAVs to detect both avian and mammalian origin IAVs. Our results showed that no virus propagation was detected up to five consecutive passages in ECEs via HA assay confirming that the sediment samples were IAV-negative (Figure 2). These results were also confirmed by performing RNA isolation and RT-PCR reactions from the allantoic fluids of each passage targeting specific regions of M and HA genes of IAVs, as no amplicon was observed for both genes (Figure 3).



**Figure 2.** Confirmation of the absence of IAVs in sediment samples via HA assay before artificially seeding with a known virus. Presence of the HA activity was tested for FS (A, C) and SS (B, D). Serial dilutions of allantoic fluids obtained from five consecutive egg passages were treated with CRBCs (A, B) for avian-like IAVs or TRBCs (C, D) for mammalian-like IAVs. The absence of the HA activity at any dilution in any of the egg passage proved that both samples were IAV-negative. The consecutive egg passages were depicted as E1, E2, E3, E4 and E5, respectively. The viral RNA of H6N2 virus and nuclease-free water were used as a positive and negative control, respectively.

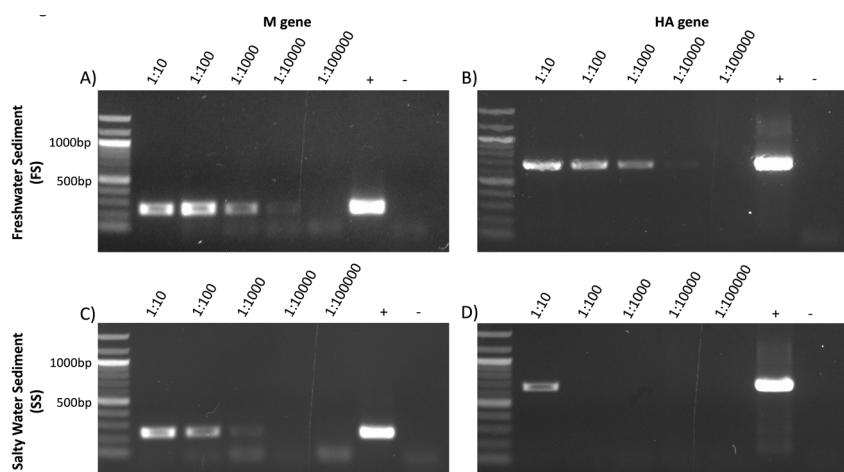


**Figure 3.** Confirmation of the absence of IAVs in five consecutive egg passages via molecular methods. The presence/absence of IAVs was tested for FS (A, B) and SS (C, D) via RT-PCR targeting specific regions of M (A, C) and HA (B, D) genes. Virus propagation could not be detected in any egg passage based on M and HA gene amplification. The consecutive egg passages were depicted as E1, E2, E3, E4 and E5, respectively. The viral RNA of H6N2 virus and nuclease-free water were used as a positive and negative control, respectively.

### Determination of the molecular detection limit after artificial seeding with a known IAV

To investigate the detection limit via molecular methods, FS and SS aliquots were separately seeded with five different dilutions (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000, 1:100000) of an H6N2 virus (A/ Aquatic bird/Gediz Delta/1/2018) that was previously isolated (Mercan et al., 2021). Then, viral RNA isolation and RT-PCR reactions targeting the specific regions of M and HA genes were conducted immediately after adding the virus. As a result, we detected amplicons for both the partial M and partial HA gene in FS at as low as 1:10000 dilution ( $2.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) (Figure 4A and 4B). On the other hand, the detection limits varied for the amplification of partial M gene (at 1:1000 dilution;  $3.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) and HA gene (at 1:10 dilution;  $5.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) in SS (Figure 4C and 4D).

We also investigated the effect of virus separation from sediment samples using beef extract followed by PEG precipitation on the virus detection limit via molecular methods. Amplicons for neither gene were not obtained upon virus precipitation indicating that this approach might result in inhibition in RT-PCR reactions (data not shown).



**Figure 4.** Determination of detection limit for an H6N2 virus in sediment samples via molecular methods. H6N2 virus (initial virus titer:  $6.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) was serially diluted in 10-fold in FS (A, B) and SS (C, D), then partial M (A, C) and HA gene (B, D) were amplified. Both partial M (A) and HA gene (B) amplicons were observed at 1:10000 dilution ( $2.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) in FS. On the other hand, M gene amplicon (C) was observed at 1:1000 dilution ( $3.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ), while HA gene amplicon was observed only at 1:10 dilution ( $5.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) in SS. The viral RNA of H6N2 virus and nuclease-free water were used as a positive and negative control, respectively.

### Determination of the detection limit via culture method after artificial seeding with a known IAV

In addition to detecting viral genes based on RT-PCR amplifications, we also investigated the lowest dilution at which virus propagation could be detected in the artificially seeded sediment samples. For that purpose, same dilutions of an H6N2 virus in sediment samples were inoculated into ECEs and passaged for five times consecutively. Virus propagation could be detected in each egg passage of 1:100 dilution ( $4.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) of FS and SS via HA assay using CRBCs. However, no virus propagation was observed in lower dilutions.

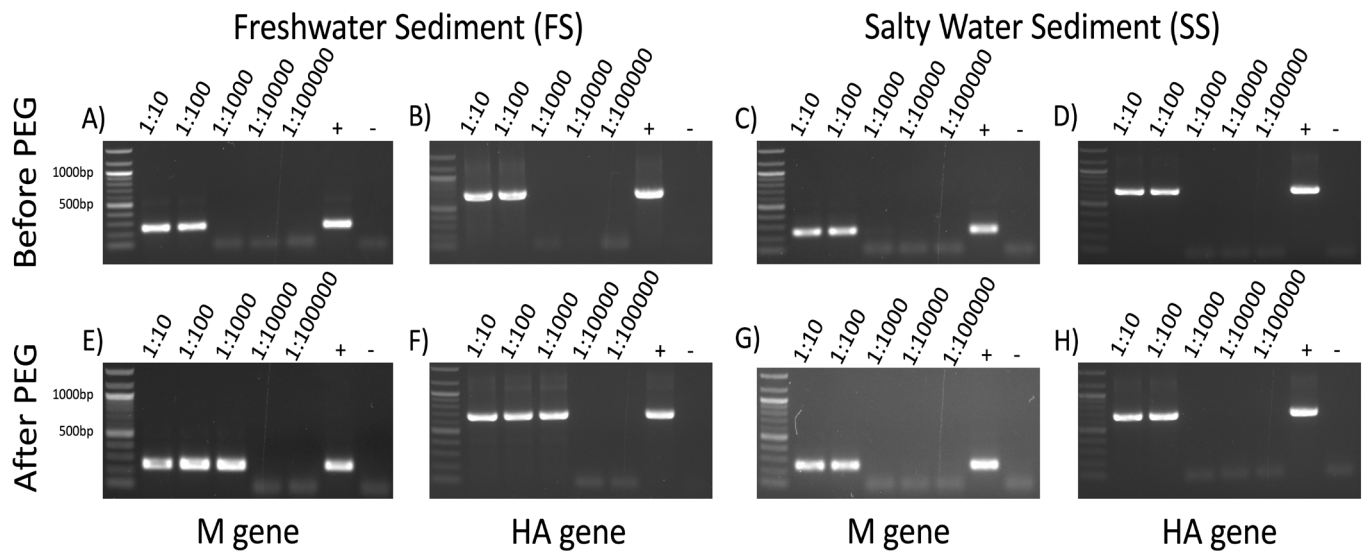
Then, virus separation with beef extract solution followed by PEG precipitation method was performed to investigate whether PEG precipitation increases the yield of the virus isolation from lower dilutions. PEG-precipitated sediment samples were also inoculated into ECEs for five consecutive passages and the

presence of the H6N2 virus was tested via HA assay using CRBCs. Our results showed that PEG precipitation procedure increases the sensitivity of the detection limit via culture method by 10-fold for FS ( $3.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ , 1:1000 dilution), while it remained same for SS ( $4.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ).

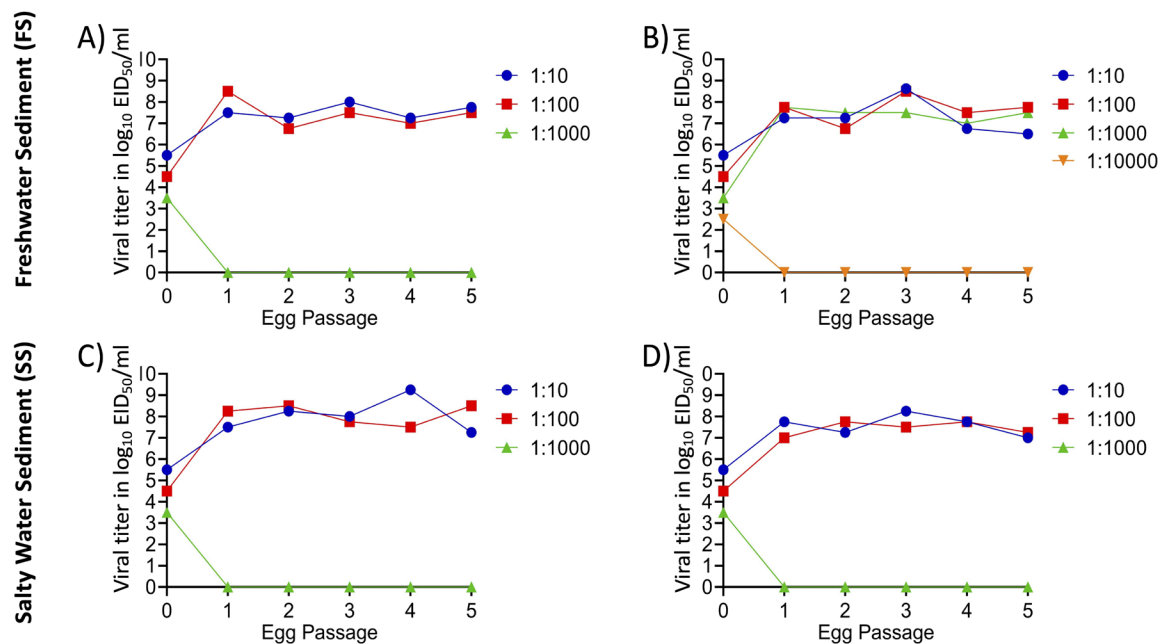
Viral titers were also determined in terms of HA units for each egg passage of each H6N2 dilution in FS and SS. Our results showed that viral titers in the dilutions of H6N2 viruses in FS and SS varied between 32-512 and 4-256 HA units, respectively (Table S1). Although the HA titers of H6N2 viruses for PEG-precipitated sediment samples were similar to those for non-PEG-precipitated sediment samples (32-512 and 16-128 HA units for FS and SS, respectively) (Table S1), the overall HA titers of H6N2 viruses were slightly lower in SS. This might indicate that the ability of the virus to attach to the sialic acid receptors on the CRBCs might decrease for the viruses that are adsorbed onto sediment particles in salty environment.

Because the molecular methods can be more sensitive for the detection of lower amount of viruses as compared to HA assay, we also investigated the presence of IAVs in the allantoic fluids from each egg passage based on the amplification of partial M

and HA genes. Overall, the results of gene amplifications were consistent with the HA assay results indicating that the viral RNA could not be detected in the allantoic fluids of passages that did not show HA activity (Figure 5, Figure S1). The amplicons for both genes that were obtained from the first egg passage are shown in Figure 5. For instance, HA activities were recorded at 1:100 and 1:1000 dilutions in FS before and after PEG precipitation, respectively (Table S1). Similarly, the amplicons for partial M and partial HA genes were also detected at 1:100 and 1:1000 dilutions in FS before (Figure 5A and 5B) and after PEG precipitation (Figure 5E and 5F), respectively. On the other hand, HA activities (Table S1) and gene amplifications were detected at as low as 1:100 dilutions in SS before (Figure 5C and 5D) and after PEG precipitation (Figure 5G and 5H).



**Figure 5.** Confirmation of HA assay results obtained from the first passages of each dilution via molecular methods. The presence of IAV was tested for FS (A, B, E, F) and SS (C, D, G, H) before (A, B, C, D) and after PEG precipitation (E, F, G, H) via RT-PCR targeting partial M (A, C, E, G) and partial HA (B, D, F, H) genes. The expected size amplicons were detected up to 1:100 dilution ( $4.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) for FS (A, B) and SS (C, D) before PEG precipitation. On the other hand, expected size amplicons were observed up to 1:1000 dilution ( $3.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) for FS (E, F) and up to 1:100 dilution ( $4.5 \log_{10} \text{EID}_{50}/\text{ml}$ ) for SS (G, H) after PEG precipitation. The viral RNA of H6N2 virus and nuclease-free water were used as a positive and negative control, respectively.



**Figure 6.** Infectious viral titers of H6N2 viruses isolated from consecutive egg passages of virus dilutions. Viral titers of each egg passages were measured for FS (A, B) and SS (C, D) before (A, C) and after (B, D) PEG precipitation in terms of  $\text{EID}_{50}$ . Statistical significance was not calculated because the viral titers were calculated as a single data point.



### Effects of initial virus titer, PEG precipitation, and sample type on the viral infectivity

To investigate the effects of initial virus titer, PEG precipitation, and sample type on the infectivity of H6N2 viruses, viral titers were measured from the viruses that were obtained from each egg passage of each dilution in terms of  $EID_{50}$ .

Inoculation of the virus with an initial titer of  $5.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  (1:10 dilution) caused 2 log increase in the viral titers during the first passage for both FS (Figure 6A) and SS (Figure 6C) before PEG precipitation. Then the viral titers were quite similar in consecutive egg passages except for the sudden increase at the fourth egg passage in SS (viral titers in E4 were detected as 7.25 and  $9.25 \log_{10} EID_{50}/ml$  in FS and SS, respectively). On the other hand, the viral titers increased 4 log in the first passages for both FS and SS before PEG precipitation when the initial titer of the virus was  $4.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  (1:100 dilution) (Figure 6A and 6C). However, the viral titer decreased 2 log in the second passage of FS, while it stayed same for SS. Then, the viral titers were quite similar in further passages for both sample type. Thus, our results showed that  $4.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  was the ideal initial viral load for maintaining high viral titers in the first passage for both sample type. However, viral fitness was better maintained in SS at the initial titer of  $5.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  as the viral titer gradually increased up to  $9.25 \log_{10} EID_{50}/ml$  during first four passages, while the titer did not significantly change for FS in corresponding passages.

The viral titers were also determined for the five consecutive passages of the same virus dilutions in FS and SS after PEG precipitation. Because the efficiency of the virus isolation increased by 10-fold after PEG precipitation in FS, the viral titers of the egg passages with the initial titer of  $3.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  (1:1000 dilution) could be determined for FS. Overall, the viral titers were comparable for all passages of FS and SS when the initial virus titer was  $5.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  (1:10 dilutions) (Figure 6B and 6D). Like non-PEG-precipitated samples, the viral titers increased ~2 log at the first passage and stayed steady after four consecutive passages. However, our results showed that the sudden increase at the fourth egg passage in SS could not be observed after PEG precipitation. Moreover, 3 log increase in viral titers were observed at the first passage of FS and SS at the initial titer of  $4.5 \log_{10} EID_{50}/ml$  after PEG precipitation. This indicated that the infectivity and viral fitness were negatively affected by PEG precipitation procedure regardless of the sample type. On the other hand, the efficiency of virus isolation increased by 10-fold after PEG precipitation for FS, thus the titers in each passage could be measured at the initial titer of  $3.5 \log_{10} EID_{50}/ml$ . Our results showed that the initial titer increased by 4 log at the first passage, then stayed steady at the following four passages in FS after PEG precipitation (Figure 6B). Therefore, our data suggested that, regardless of the PEG precipitation status of the sample, the viral infectivity peaks for FS when the initial viral load is the lowest dilution where the infectivity is observed.

### Effects of sediment properties on the detection and isolation of H6N2 virus

To investigate the effects of the sediment type and composition on the virus detection and isolation processes, inorganic (elemental/mineral) structures and specific surface areas of FS and SS were analyzed via XRF, XRD and BET methods. According to XRF analysis, concentrations of 22 elements were out of the detection range, thus they were excluded from the study (Table S2).

The concentrations of the remaining 18 elements in the samples were compared according to the fold changes (FCs) which were calculated in log2 base by dividing the given elemental concentration in FS to the corresponding element in SS. In case element concentration was higher in SS, the FC was pointed out as a negative value. The FC values of seven elements (Mg, Na, P, Mn, Sr, Nb, and Ba) were below 1.5-fold, thus they were considered as non-significant. The remaining 11 elements were divided into three groups as their FCs were between 1.5-2-fold, 2-4-fold and greater than 4-fold (Table 1). Our results indicated that the concentrations of eight elements (Al, S, Fe, Si, K, Ti, Y, and Cl) were high in SS at a varied degree; FCs of three elements were between 1.5-2-fold (Al, S and Fe), four elements were between 2-4-fold (Si, K, Ti and Y) while one was over 4-fold (Cl). Seven of these elements were identified as the cations, thus availability of more cations in SS might result in increased adsorptive capacity for IAVs in SS as the viral particles are negatively charged. Thus, high number of cations in SS might negatively affect the efficiency of virus separation and precipitation.

**Table 1.** Comparison of the important elemental concentrations for freshwater and salty water sediment samples

Symbol	Element	FS (Conc. %)	SS (Conc. %)	Fold Change <sup>a</sup>
Cl	Chlorine	0.01222	0.05079	-2,06***
Ca	Calcium	36.83	7.297	2,34***
Si	Silicon	12.85	26.04	-1,02**
K	Potassium	1.105	2.646	-1,26**
Ti	Titanium	0.31	0.6344	-1,03**
Y	Yttrium	0.00221	0.00625	-1,50**
Al	Aluminum	5.065	9.301	-0,88*
S	Sulfur	0.02156	0.03796	-0,82*
Fe	Iron	2.6	4.222	-0,70*
Cu	Copper	0.1184	0.0668	0,83*
Se	Selenium	0.00342	0.00223	0,62*

<sup>a</sup>Fold changes (FCs) were given in log2 base. \* = greater than 1.5-fold increase and less than 2fold increase, \*\* = between 2-fold and 4-fold increase, \*\*\* = greater than 4-fold increase. Negative FCs indicate that the concentrations were higher in SS.

On the other hand, the concentration of three elements (Ca, Cu and Se) were detected at higher degrees in FS than SS; two elements (Cu and Se) were detected as trace elements (Cu: 0.1184% and Se: 0.00342%) and their FC values were between 1.5-2-fold. The FC value of Ca, which is also a cation that might interact with IAVs, was almost 5-fold high in FS. Although the content of sediment particles in terms of the number of cations



did not affect the efficiency of virus isolation before PEG precipitation, low number of cations in FS might be the result of an increased efficiency for virus isolation after PEG precipitation as the detachment of virus from sediment particles could be easier with less adsorptive capacity of the sediment.

We also checked the mineral compositions of the samples to further investigate the adsorption processes between IAVs and sediment particles. According to XRD analyses, quartz and calcite minerals were found as the main minerals in both sediment samples. The main differences between two sediment samples were detected in trace minerals. Albite was found as a common mineral in both sample type. On the other hand, muscovite and aluminum phosphate minerals were only observed in SS, while calcium aluminum silicate, moganite and anorthoclase minerals were detected in FS.

Apart from the composition of sediments, specific surface area might have a contribution to virus adsorption processes. Thus, we investigated the surface area ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) of FS and SS via BET analyses. Our results showed that the specific surface area of SS ( $16.1025 \text{ m}^2/\text{g}$ ) was higher than FS ( $6.8842 \text{ m}^2/\text{g}$ ). This clearly indicated that IAVs could have more surface area for adsorption in SS. Since the organic contaminants might interfere with the molecular methods, we also investigated the organic matter contents of the FS and SS. No significant difference was observed between organic matter contents of FS (5.77%) and SS (6.04%).

## Discussion

In this study, we aimed to investigate the effects of initial virus load and PEG precipitation on the detection of IAVs from sediment as well as the type of abiotic source (freshwater versus salty water) in terms of sediment composition. For that purpose, we artificially seeded the sediment samples with an H6N2 virus (A/Aquatic bird/Gediz Delta/1/2018) to obtain five 10-fold dilutions (1:10 to 1:100000) after confirming that the environmental samples were IAV-negative. Based on the amplifications of specific regions of M and HA gene, the viral RNA was detected at as low as  $2.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$  initial virus titer in FS (Figure 4A and 4B). However, the viral RNA was detected at higher initial virus titers based on M gene ( $3.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ ) and HA gene ( $5.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ ) in SS (Figure 4C and 4D). Since the concentrations of inorganic/organic contaminants that might affect the molecular methods could be higher in SS (Schrader et al., 2012), amplification of viral genes might be inhibited during RT-PCR reactions. On the other hand, because the shorter amplicons could be amplified with ease (Debode et al., 2017), specific regions of M gene (234 bp) and HA gene (634 bp) could be detected at different dilutions in SS.

The supernatants of same dilutions were also inoculated into ECEs to investigate the effects of initial titer on virus propagation. Based on HA assay followed by molecular confirmation, the presence of viruses was detected at  $4.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$  (1:100 dilution) for FS and SS at the first passage (Figure 5). Because additional passages would increase the amount of viruses

(Zowalaty et al., 2011), allantoic fluids of first passages were inoculated into ECEs up to five consecutive passages. This process did not change the results and viruses were detected at the initial titer of  $4.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$  in all passages for FS and SS (Figure S1). Further experiments were performed to separate viruses from sediment particles using beef extract solution and concentrate by PEG precipitation protocol. Because the beef extract and PEG solution could inhibit the molecular methods (Abbaszadegan et al., 1993), we could not amplify any genes from any dilution (data not shown). On the other hand, this process did not negatively affect the viral propagation in egg culture; in fact, PEG precipitation caused 10-fold increase on the efficiency of virus isolation for FS ( $3.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ ) (Figure 5E and 5F). However, the detection limit for virus isolation remained same for SS ( $4.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ ) after PEG precipitation (Figure 5G and 5H). Thus, it was suggested that the composition of SS could affect the efficiency of PEG precipitation in terms of having more adsorptive capacity.

We also investigated the viral titers in the allantoic fluids of each egg passage of each virus dilution in terms of HA unit and  $\text{EID}_{50}$ . Our results showed that overall HA titers of viruses in FS were relatively higher than those in SS (Table S1). This emphasized that the binding affinity of HA protein to sialic acid receptors on CRBCs decreased when the virus was isolated from SS. The interaction between HA and sialic acid receptor of red blood cells could be inhibited by the effects of natural contaminants such as sera, urine, and edible bird nests, thus binding of HA protein to sialic acid receptor could be partially abolished (Matrosovich and Klenk, 2003). Thus, there could be differences in terms of the amount of natural contaminants in FS and SS, affecting the slight variation in HA titers. Our results also demonstrated that the initial titer and PEG precipitation have an important role on the infectivity of viruses. The most ideal initial viral titer was observed at 1:100 dilution ( $4.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ ) for FS and SS before PEG precipitation as the titer increased by  $\sim 4$  log at the first passage for both sample type (Figure 6A and C). On the other hand, viral fitness was better maintained in SS when the initial titer was  $5.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$ . This suggested that although the binding ability of HA slightly decreased, the viral fitness was better maintained for SS as the viral titer gradually increased up to fourth passage. Further experiments are needed to investigate the interactions between the binding capacity of HA and the mutations on HA gene that arise in different passages. Additionally, PEG precipitation procedure increased the sensitivity of the virus isolation by 10-fold FS, thus the titers of viruses in each passage could also be measured at the initial titer of  $3.5 \log_{10} \text{ EID}_{50}/\text{ml}$  (Figure 6B). Our results demonstrated that the lowest amount of virus that could be propagated in eggs was the ideal viral load for maintaining viral fitness in FS before and after PEG precipitation (Fig 6A and B). On the other hand, although the PEG precipitation method increased the sensitivity of virus isolation for FS, it has negative effects on the viral fitness regardless of the sample type.

Altogether, these results led us to investigate the organic and inorganic compositions of the sediment samples to better

understand the effect of sediment composition on the detection of viruses and viral fitness. For this, element and mineral compositions as well as specific surface areas of FS and SS were investigated via XRF, XRD and BET analyses. Comparison of elemental concentrations indicated that Al, S, Fe, Si, K, Ti, Y and Cl were higher in SS, whereas Ca, Cu and Se were higher in FS (Table 1). Among them, Ca element was ~5-fold higher in FS and it is one of the cations. Because PEG precipitation method increased the sensitivity of virus detection in FS, it is possible that adsorptive impact of  $Ca^{+2}$  might be reversible. Therefore, PEG precipitation procedure might be enough for the termination of the potential interactions between IAVs and Ca element. On the other hand, high number of cations (Al, S, Fe, Si, K, Ti, and Y) were detected in higher concentrations in SS. Previous studies showed that ferric compounds such as iron oxide and porous silicon surfaces are used in the adsorption process of IAVs (Warren et al., 1966; Gonchar et al., 2020). Considering that the cations could increase the adsorptive capacity of the compound (Bitton, 1975), it was speculated that SS might have more adsorptive capacity than FS. This might be the reason for why virus separation using beef extract and PEG precipitation did not increase the efficiency of virus isolation and detection in SS. This assumption could be intensified by the mineral composition of SS that contains aluminum phosphate as a trace mineral. The information about the adsorptive capacities of the trace minerals that showed differences between FS and SS is quite limited in the literature. However, it was reported that aluminum phosphate mineral is used as an adsorbent in the IAV purification (Miller and Schlesinger, 1955). Together with the fact that PEG precipitation method is less efficient in SS, aluminum phosphate mineral could play a role in increasing the adsorptive capacity of the sediment for virus. Additionally, providing more surface area could play a role on the virus adsorption. Regarding to this, sediment particles of SS provided specific surface area that was 2.5-fold higher than FS, which indicated that SS had more surface area for virus adsorption. Larger surface area and high number of cations might provide an advantage for the virus as adsorption of the virus onto the sediment particles might serve as a shelter from damaging environmental factors maintaining virus viability. This could provide additional fitness for the viruses in the environmental sources, especially in salty water habitats, as the virus could maintain its viability. Additionally, organic matter densities of FS and SS were similar, thus it might not have effects on the detection of viruses or viral fitness.

## Conclusion

In conclusion, this study clearly indicates that the amount of viruses that are shed into environment and elemental/mineral compositions of sediment particles have significant contribution on the infectivity, viability and detection range of the IAVs. Using additional protocols for virus separation and concentration might also increase the efficiency of detection, however this might be correlated with the composition and adsorptive capacity of the sediment. Understanding the interactions between viruses and the inorganic composition of the environmental sources could help us develop novel adsorptive agent(s) to improve the virus

detection in different settings.

In this study, we used an H6N2 virus of avian origin to investigate the detection efficiency. Further investigations with other subtypes of IAVs would help us better evaluate the dynamics between viruses and their environment as we expand our knowledge about the role of environmental sources in the ecology and transmission of IAVs.

## Supplementary Material

Data underlying the reported findings have been provided as part of the submitted article and are available at: [Azbazdar et al. \(2022\) Supplementary Materials.](#)

## Acknowledgements

This study was funded by the Department of Scientific Research Projects, Dokuz Eylul University (Project No: 2020.KB.SAG.024). We would like to thank Emre Karayel, Özcan Alptekin for providing us transportation during our field trips, Izmir Bird Paradise employees Celal Murat Aslanapa, Onur Malatyalı, and ornithologist Dr. Ömer Döndüren for guiding us during the field studies. We thank Ercan Kaya from Çamlı Yem Besicilik Sanayii ve Ticaret A.Ş. for kindly providing us turkey blood and Gürol Toykan and Reha Elgün from EGE-TAV A.Ş. for kindly providing us embryonated chicken eggs and chicken blood.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

MEA and ZAK conceived and designed the experiments. MEA and GA performed the experiments. MEA, GA, EG, and ZAK analyzed the data. ZAK acquired financing. MEA and ZAK wrote the original paper. MEA, GA, EG, and ZAK reviewed and edited the paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

This study is not conducted by any human material thus no ethical committee approval was needed. Sediment samples used in this study were collected by the scientific research permission (No: 72784983-488.04-232438) that was granted by the General Directorate of Nature Conservation and National Parks, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry.

## References

- Abbaszadegan, M., Huber, M. S., Gerba, C. P. & Pepper, I. L. (1993). Detection of enteroviruses in groundwater with the polymerase chain reaction. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(5): 1318-1324. <https://doi.org/10.1128/aem.59.5.1318-1324.1993>
- Bitton, G. (1975). Adsorption of viruses onto surfaces in soil and water. *Water Research*, 9(5-6): 473-484. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(75\)90071-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(75)90071-8)
- Brown, J. D., Goekjian, G., Poulson, R., Valeika, S. & Stallknecht, D. E. (2009). Avian influenza virus in water: Infectivity is dependent on pH, salinity and temperature. *Veterinary Microbiology*, 136(1-2): 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.10.027>
- Debode, F., Marien, A., Janssen, É., Bragard, C. & Berben, G. (2017). The influence of amplicon length on real-time PCR results. *Base*, 21(1): 3-11. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13461>
- Dublineau, A., Batéjat, C., Pinon, A., Burguière, A. M., Leclercq, I. & Manuguerra, J. C. (2011). Persistence of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) virus in water and on non-porous surface. *PLoS One*, 6(11): e28043. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028043>
- Eisfeld, A. J., Neumann, G. & Kawaoka, Y. (2014). Influenza A virus isolation, culture and identification. *Nature Protocols*, 9(11): 2663-2681. <https://doi.org/10.1038/nprot.2014.180>
- Gillim-Ross, L., Santos, C., Chen, Z., Aspelund, A., Yang, C.F., Ye, D., Jin, H., Kemble, G. & Subbarao, K. (2008). Avian influenza H6 viruses productively infect and cause illness in mice and ferrets. *Journal of Virology*, 82(21): 10854-10863. <https://doi.org/10.1128/JVI.01206-08>
- Gonchar, K. A., Agafilushkina, S. N., Moiseev, D. V., Bozhev, I. V., Manykin, A. A., Kropotkina, E. A., Gambaryan, A. S. & Osminkina, L. A. (2020). H1N1 influenza virus interaction with a porous layer of silicon nanowires. *Materials Research Express*, 7(3): 035002. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab7719>
- Guan, J., Chan, M., Ma, B., Grenier, C., Wilkie, D. C., Pasick, J., Brooks, B. W. & Spencer, J. L. (2008). Development of methods for detection and quantification of avian influenza and Newcastle disease viruses in compost by real-time reverse transcription polymerase chain reaction and virus isolation. *Poultry Science*, 87(5): 838-843. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00195>
- Güven, D. E. & Akinci, G. (2013). Effect of sediment size on bioleaching of heavy metals from contaminated sediments of Izmir Inner Bay. *Journal of Environmental Sciences*, 25(9): 1784-1794. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60198-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60198-3)
- Ito, T., Okazaki, K., Kawaoka, Y., Takada, A., Webster, R. G. & Kida, H. (1995). Perpetuation of influenza A viruses in Alaskan waterfowl reservoirs. *Archives of Virology*, 140(7): 1163-1172. <https://doi.org/10.1007/BF01322743>
- Lang, A. S., Kelly, A. & Runstadler, J. A. (2008). Prevalence and diversity of avian influenza viruses in environmental reservoirs. *Journal of General Virology*, 89(2): 509-519. <https://doi.org/10.1099/vir.0.83369-0>
- Lickfett, T. M., Clark, E., Gehring, T. M. & Alm, E. W. (2018). Detection of Influenza A viruses at migratory bird stopover sites in Michigan, USA. *Infection Ecology & Epidemiology*, 8(1): 1474709. <https://doi.org/10.1080/20008686.2018.1474709>
- Matrosovich, M. & Klenk, H. D. (2003). Natural and synthetic sialic acid-containing inhibitors of influenza virus receptor binding. *Reviews in Medical Virology*, 13(2): 85-97. <https://doi.org/10.1002/rmv.372>
- Mercan, Y., Atim, G., Kayed, A. E., Azbazdar, M. E., Kandeil, A., Ali, M. A., Rubrum, A., McKenzie, P., Webby, R. J., Erima, B., Wabwire-Mangen, F., Ukuli, Q. A., Tugume, T., Byarugaba, D. K., Kayali, G., Ducatez, M. F. & Koçer, Z. A. (2021). Molecular characterization of closely related H6N2 Avian Influenza Viruses isolated from Turkey, Egypt, and Uganda. *Viruses*, 13(4), 607. <https://doi.org/10.3390/v13040607>
- Miller, H. K. & Schlesinger, R. W. (1955). Differentiation and purification of influenza viruses by adsorption on aluminum phosphate. *The Journal of Immunology*, 75(2): 155-160.
- Reed, L. J. & Muench, H. (1938). A simple method of estimating fifty per cent endpoints. *American Journal of Epidemiology*, 27(3): 493-97. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118408>
- Schrader, C., Schielke, A., Ellerbroek, L. & Johne, R. (2012). PCR inhibitors—occurrence, properties and removal. *Journal of Applied Microbiology*, 113(5): 1014-1026. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05384.x>
- Stallknecht, D. E., Shane, S. M., Kearney, M. T. & Zwank, P. J. (1990a). Persistence of avian influenza viruses in water. *Avian Diseases*, 34(2): 406-411. <https://doi.org/10.2307/1591428>
- Stallknecht, D. E., Kearney, M. T., Shane, S. M. & Zwank, P. J. (1990b). Effects of pH, temperature, and salinity on persistence of avian influenza viruses in water. *Avian Diseases*, 34(2): 412-418. <https://doi.org/10.2307/1591429>
- Wang, G., Deng, G., Shi, J., Luo, W., Zhang, G., Zhang, Q., Liu, L., Jiang, Y., Li, C., Sriwilajaroen, N. & Hiramatsu, H. (2014). H6 influenza viruses pose a potential threat to human health. *Journal of Virology*, 88(8): 3953-3964. <https://doi.org/10.1128/JVI.03292-13>
- Warren, J., Neal, A. & Rennels, D. (1966). Adsorption of myxoviruses on magnetic iron oxides. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 121(4): 1250-1253. <https://doi.org/10.3181/00379727-121-31020>
- Webster, R.G., Yakhno, M., Hinshaw, V.S., Bean, W.J. & Murti, K.C. (1978). Intestinal influenza: Replication and characterization of influenza viruses in ducks. *Virology*, 84(2): 268-278. [https://doi.org/10.1016/0042-6822\(78\)90247-7](https://doi.org/10.1016/0042-6822(78)90247-7)
- Webster, R. G., Bean, W. J., Gorman, O. T., Chambers, T. M. & Kawaoka, Y. (1992). Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiology Reviews*, 56(1): 152-179. <https://doi.org/10.1128/mr.56.1.152-179.1992>
- WHO. (2002). World Health Organization manual on animal influenza diagnosis and surveillance (No. WHO/CDS/CSR/NCS/2002.5). World Health Organization.
- WHO. (2021). Information for the molecular detection of influenza viruses. Retrieved on March 18, 2022 from <https://www.who.int/teams/global-influenza-programme/laboratory-network/quality-assurance/eqa-project/information-for-molecular-diagnosis-of-influenza-virus>
- Williamson, K. E., Wommack, K. E. & Radosevich, M. (2003). Sampling natural viral communities from soil for culture-independent analyses. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11): 6628-6633. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.11.6628-6633.2003>
- Zowalaty, M. E. E., Chander, Y., Redig, P. T., El Latif, H. K. A., Sayed, M. A. E. & Goyal, S. M. (2011). Selective isolation of avian influenza virus (AIV) from cloacal samples containing AIV and Newcastle disease virus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23(2), 330-332. <https://doi.org/10.1177/104063871102300222>





## Investigation of groundwater zooplankton fauna from water wells in Yayladağ district of Hatay Province in Turkey

Ahmet Bozkurt<sup>1\*</sup>

\*Corresponding author: [ahmet.bozkurt@iste.edu.tr](mailto:ahmet.bozkurt@iste.edu.tr)

Received: 14.02.2022

Accepted: 04.04.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Iskenderun Technical University, Marine Sciences and Technology Faculty, 31200, Iskenderun, Hatay, TURKEY

### Keywords

Rotifera  
Copepoda  
Cladocera  
Water wells  
Hatay

### ABSTRACT

Some water quality parameters (water temperature, conductivity and pH) and zooplankton fauna were investigated in 10 water wells. Fourteen (14) species of Rotifera (46.67%), 10 species of Copepoda (33.33%), and 6 species of Cladocera (20%) were recorded. It was observed that the most widely distributed species are *Rotaria neptunia* (7 wells), *Keratella quadrata* (5 wells), *Daphnia curvirostris* (8 wells), *Coronatella rectangula* (in 6 wells), *Chydorus sphaericus* and *Pleuroxus aduncus* (5 wells each), *Megacyclops viridis* (8 wells) and *Tropocyclops prasinus* (in 6 wells). Most species (14 species) were found in well 8, followed by wells 3, 5, 7 and 9 with 11 species. There was a significant and positive relationship between zooplankton species diversity, abundance, and water quality parameters. It can be concluded that some of the rotifer and cladocer species and most of the copepod species in the study are groundwater compatible species.

### Introduction

Well water is used for drinking and irrigation by the vast majority of the rural population in Turkey as well as other domestic uses. Wells can be located at different depths depending on the water table.

Groundwater does not only provide water for human consumption but also habitats that supports a diverse range of species dominated by freshwater zooplankton, such as rotifers, cladocerans, and copepods (Brancelj et al., 2013).

Groundwater fauna are those that live in groundwater systems or aquifers such as caves, fissures and caverns (Lopes et al., 1999). Extensive studies on groundwater fauna have been conducted in many countries around the world (Zektser and Everett 2004), and because many of these species are native to specific regions and individual caves, they have become an important focus for the protection of groundwater systems (Doveri, et al., 2015).

For more than 250 years, groundwater fauna from cracks and intergranular aquifers has been researched (Botosaneanu, 1986). Over 6700 stigobites have been identified worldwide to date (Galassi, 2001; Galassi et al., 2009) and Europe is home to approximately 1800 stigobites (Gibert and Culver, 2009). In

the 1990s, the number of ecological studies in groundwater ecosystems, particularly in intergranular aquifers, increased dramatically (Hancock et al., 2005; Danielopol and Griebler, 2008). The hyporeean zone has received extensive research in the past and present (Boulton et al., 2003; Di Lorenzo et al., 2013) while deeper aquifer zones, such as the phreatic zone, have received relatively little attention and remain a research frontier for freshwater ecology (Larned, 2012). Limited number of faunal and ecological studies indicated that the deeper parts of the groundwater zone are habitats with very specific fauna (Stoch et al., 2009; Di Lorenzo et al., 2013) but detailed information is still lacking.

Zooplankton are important in freshwater ecosystems because they act as a link between primary producers and top consumers. Moreover, zooplankton is a good bioindicator due to its sensitivity to environmental conditions (Papa et al., 2012; Papa and Briones, 2014), which makes it a suitable indicator of environmental change that can be used to determine the current ecological status of most freshwater ecosystems.

Freshwater zooplankton research in Turkey concentrated mainly on surface waters such as rivers and lakes with little or no attention given to groundwater and groundwater-dependent ecosystems such as caves, open wells, springs and piped

### Cite this article as

Bozkurt, A. (2022). Investigation of groundwater zooplankton fauna from water wells in Yayladağ district of Hatay Province in Turkey. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 63-70.



groundwater pumps. Diversity of freshwater zooplankton in surface waters has been said to parallel that in groundwater ecosystems, especially for copepods (Galassi et al., 2009). Groundwater diversity studies, like surface water studies, can provide information needed to maintain sustainable biodiversity for this type of ecosystem, as well as useful biological indicators of connectivity between subsurface and surface waters.

Based on the observed research deficiencies, zooplankton fauna and some water quality parameters were investigated in 10 water wells in Yayladağı district of Hatay Province to determine groundwater zooplankton in Turkey.

## Materials and Methods

### Water sampling and analysis

Water temperature (°C) was determined in-situ with a model YSI-52 oxygen meter, pH with a model YSI 600 pH meter, and conductivity ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) with a model YSI-30 salinometer.

### Zooplankton Sampling and Analysis

Zooplankton samples were collected by vertical hauls of a standard mesh (60  $\mu\text{m}$  mesh) in four seasons—summer (June 2019), fall (November 2019), winter (February 2020) and spring (May 2020) from 10 different water wells located within the borders of the Yayladağı District of Hatay Province (Figure 1). Table 1 shows the sampling coordinates of the wells, the depth of the wells from the surface to the bottom, the water depth at the time of sampling, and the well widths.

A 0.5 kg metal weight was attached to the bottle of the net and the net was lowered to the bottom of well. The net was used to stir the well water vigorously to enable proper mixing of the zooplankton in the benthic layers with the water. The net was then raised, and 10 replicates were collected at each well.

After sampling, the zooplankton samples were fixed and preserved in 4% formalin, and later examined in a mixture of distilled water and glycerol.

Zooplankton species were examined and identified using an inverted microscope and a binocular microscope (Olympus CH40). The specimens were identified using Borutsky (1964), Scourfield and Harding (1966), Dussart (1969), Damian-Georgescu (1970), Ruttner-Kolisko (1974), Smirnov (1974), Kiefer (1978), Koste (1978), Negrea (1983), Korinek (1987), Segers (1995), and Galassi and De Laurentiis (2004).

The zooplankton fauna was estimated by occurrence rather than counting method. They were rated as absent (-), very little ( $\pm$ ), little (+), abundant (++) and very abundant (+++).

## Results

Water temperature varied between  $12.48\pm 1.47^\circ\text{C}$  (winter) and  $21.21\pm 0.96^\circ\text{C}$  (summer), with an annual mean of  $18.05\pm 3.70^\circ\text{C}$  (Table 2). The pH value did not change significantly among the wells. The maximum, minimum, and annual mean pH values

were  $8.59\pm 0.23$  (spring),  $8.02\pm 0.46$  (winter) and  $8.29\pm 0.38$  respectively (Table 2). The conductivity value ranged from  $505.30\pm 186.52 \mu\text{S cm}^{-1}$  (winter) to  $649.00\pm 190.87 \mu\text{S cm}^{-1}$  (spring) with an annual mean value of  $610.18\pm 185.77 \mu\text{S cm}^{-1}$  (Table 2).

Fourteen (14) species of Rotifera (46.67%), 10 species of Copepoda (33.33%), and 6 species of Cladocera (20.00%) were recorded in the wells (Table 3). A total of 10 families were recorded among Rotifera. Brachionidae was the richest family with 4 species, followed by Lecanidae with 2 species each. Other families, Gastropodidae, Notommatidae, Lepadellidae, Mytilinidae, Synchaetidae, Testudinellidae, Hexarthridae and Philodinidae were each represented by one species. Three families were recorded among Cladocera. Chydoridae was the richest family with 4 species, and the other two families (Daphniidae and Bosminidae) were represented by one species each (Table 3).

Among the 5 families of Copepoda, Cyclopoidae had 6 species, and the other four families (Diptomidae, Parastenocarididae, Ameiridae and Phyllognathopodidae) were represented by one species each (Table 3).

According to Table 4, the rotifers with the largest distributions were *Rotaria neptunia* (recorded in 7 wells), *Keratella quadrata* (5 wells) and *Synchaeta stylata* (4 wells). For the Cladocera,

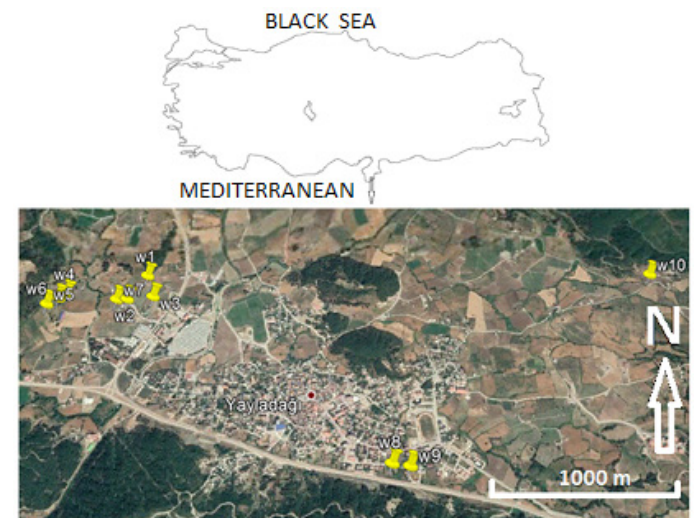


Figure 1. Study area and wells

*Daphnia curvirostris*, recorded in 8 wells, had the largest distribution range, followed by *Coronatella rectangula* (6 wells) and *Chydorus sphaericus* and *Pleuroxus aduncus* (5 wells each). On the other hand, *Megacyclops viridis* had the largest distribution range (8 wells), followed by *Tropocyclops prasinus* (6 wells) and *Macrocyclus albidus* (4 wells) among the copepods.

Some zooplankton species had limited distribution and were recorded in very few wells. *Ascomorpha ovalis*, *Cephalodella tenuiseta*, *C. uncinata*, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Lecane closterocerca* and *Hexarthra fennica* (Rotifera) and

Station	Latitude	Longitude	Well depth (m)	Water depth (m)				Well width (m)
				2019		2020		
				30/06	16/11	22/02	15/05	
Well 1	35° 54' 48.78" N	36° 03' 09.58" E	8.70	7.20	8.60	8.70	7.05	3.00
Well 2	35° 54' 51.46" N	36° 03' 09.56" E	9.00	7.80	6.70	9.00	9.00	4.00
Well 3	35° 54' 53.27" N	36° 03' 10.27" E	7.65	5.75	5.80	5.30	4.90	4.00
Well 4	35° 54' 53.97" N	36° 02' 76.81" E	5.10	2.30	1.75	3.90	3.15	3.00
Well 5	35° 54' 49.58" N	36° 02' 70.44" E	4.00	2.10	2.35	2.44	2.20	3.20
Well 6	35° 54' 51.66" N	36° 02' 70.44" E	3.40	2.60	2.65	2.85	2.65	2.40
Well 7	35° 54' 46.99" N	36° 03' 04.02" E	6.30	4.10	5.40	5.60	4.60	3.00
Well 8	35° 53' 92.82" N	36° 04' 04.11" E	8.00	2.10	1.60	3.70	2.05	2.40
Well 9	35° 53' 91.99" N	36° 04' 10.45" E	5.00	2.60	2.50	4.50	2.50	2.20
Well 10	35° 54' 56.72" N	36° 05' 07.13" E	5.40	4.15	1.80	0.50	2.70	3.00

**Table 1.** Coordinates, depth, width, and water depth of wells

**Table 2.** Summary of the seasonal variations of the physicochemical parameters

Seasons/Parameters	Temp (°C)	pH	Ele. Cond. ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
Summer 2019	21.21±0.96	8.36±0.30	643.40±184.89
Fall 2019	19.48±0.79	8.19±0.29	643.00±166.79
Winter 2020	12.48±1.47	8.02±0.46	505.30±186.52
Spring 2020	19.09±2.69	8.59±0.23	649.00±190.87
Annual Mean	18.05±3.70	8.29±0.38	610.18±185.77

*Paracyclops chiltoni*, *Kinnecaris xanthi*, *Nitocrella stammeri* and *Phyllognathopus viguieri* (Copepoda) were recorded in one well each (Table 4).

Most species (7 species) of Rotifera were found in well 8, followed by wells 1 and 6 with 4 species. Most species of Cladocera were found in well 9 (5 species) followed by wells 3, 5, 7 with 4 species each. Most species of Copepoda were found in well 1, 3, 5, 7 and 8 (4 species) followed by 3 species in well 2 and 9 (Table 4). In terms of total number of zooplankton species, well 8 was the richest with 13 species followed by wells 3, 5, 7, 9 with 11 species and well 1 with 10 species (Table 4). Though the wells were rich in species of rotifers and copepods, they were poor in Cladocera. Six of the 14 Rotifera species and four of the six Cladocera species were plentiful in different seasons and wells, but none of the ten copepoda species reached the same degree of abundance as the rotifers and cladocerans (Table 5). In spring, *R. neptunia* (Rotifera) was abundant in well 5 and *D. curvirostris* (Cladocera) was abundant in well 3 (++), while *S. stylata* (Rotifera) was very abundant in well 5 (+++) (Table 5). In summer, *A. ovalis* and *K. quadrata* in well 6, *D. curvirostris* and *C. sphaericus* in well 7 were very abundant, but *S. stylata* in well 6, *D. curvirostris* in wells 5 and 10, *C. rectangula* in wells 4 and 9 and *P. aduncus* in well 5 were abundant (Table 5). In autumn,

*H. fennica* and *R. neptunia* (Rotifera) were very abundant (+++) in wells 4 and 5, respectively, while *L. pyriformis* and *S. stylata* were very abundant (++) in wells 8 and 5, respectively. For the Cladocera, *D. curvirostris* were abundant in wells 3 and 7 (Table 5). In winter, *R. neptunia* (Rotifera) in well 5, of *D. curvirostris* (Cladocera) in well 3 were abundant (Table 5). The copepod species were recorded in very low and low abundance in all wells and seasons.

There was a significant positive correlation between the number of zooplankton species and temperature ( $R^2=0.61$ ), pH ( $R^2=0.90$ ), and conductivity ( $R^2=0.90$ ) (Table 6). Similarly, a significant positive correlation was observed between the abundance of zooplankton and temperature ( $R^2=0.52$ ), pH ( $R^2=0.83$ ), and conductivity ( $R^2=0.89$ ) (Table 6).

## Discussion

Biological and chemical processes are among the most important environmental parameters controlled by temperature, and they also influence the species diversity and density of zooplankton in aquatic ecosystems (Herzig, 1987; Sharma et al., 2007). Biological activity in water increases with temperature and biochemical reactions accelerate in a way that affects the reproduction, feeding and metabolic activities of aquatic organisms (Taş et al., 2010). Seasonally changing temperature caused differences in zooplankton abundance (Rossetti et al., 2009). Water temperature varied between 12.48 and 21.21°C and a positive significant relationship between temperature and zooplankton was observed. Similarly Dorak (2013), reported that zooplankton composition and abundance are significantly influenced by environmental parameters, especially water temperature and nutrients, and generally, high zooplankton abundance is associated with high water temperature.

**Table 3.** The zooplankton species recorded in the wells

		Rotifera	*	**
Gastropodidae	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendahl, 1892)	-	+	
Notommatidae	<i>Cephalodella tenuiseta</i> (Burn, 1890)	+	-	
Lepadellidae	<i>Colurella uncinata</i> (Müller, 1773)	-	+	
Lecanidae	<i>Lecane pyriformis</i> (Daday, 1905)	+	-	
	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	-	+	
Mytilinidae	<i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks, 1912)	+	-	
Synchaetidae	<i>Synchaeta stylata</i> (Wierzejski, 1893)	-	+	
Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	-	+	
Hexarthridae	<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	+	-	
Philodinidae	<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	
		Cladocera		
Bosminidae	<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	-	+	
Daphniidae	<i>Daphnia curvirostris</i> Eylman, 1887	+	-	
Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i> (Muller 1776)	-	+	
	<i>Coronatella rectangula</i> (Sars, 1862)	+	-	
	<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	-	+	
	<i>Leydigia acanthocercoides</i> (Fischer, 1854)	-	+	
		Copepoda		
Cyclopidae	<i>Diacyclops languidus</i> (Sars, 1863)	-	+	
	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	-	
	<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	-	+	
	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	-	+	
	<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thomson, 1883)	+	-	
	<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer, 1860)	-	+	
Diaptomidae	<i>Eudiaptomus drieschi</i> (Pope and Mrazek, 1895)	-	+	
Parastenocarididae	<i>Kinnecaris xanthi</i> (Bruno & Cottarelli, 2015)	+	-	
Ameiridae	<i>Nitocrella stammeri</i> (Chappuis, 1938)	+	-	
Phyllognathopodidae	<i>Phyllognathopus viguieri</i> (Maupas, 1892)	+	-	

\*: recorded only in this study; \*\*: recorded in this study and Bozkurt and Bozça (2019). (+: present, -: absent)

One of the important factors that affect aquatic life is the pH, which is the acidity and alkalinity of water. The pH values recorded in the wells were slightly alkaline; ranging between 8.02 and 8.59. The Ministry of Forestry and Water Affairs of the Republic of Turkey (OSIB, 2015) set the optimum pH for freshwater to be between 6.5 and 8.5 in the regulation of Quality Criteria for Turkish Surface Water Resources. There are certain pH ranges that are tolerated by living organisms (Boyd, 1990). pH can affect zooplankton abundance; low pH causes decreased zooplankton abundance, biodiversity and the extinction of some species (Yamada and Ikeda, 1999; Ivanova and Kazantseva, 2006), whereas alkaline conditions associated with high primary production favor zooplankton growth and abundance (Bednarz et al., 2002; Mustapha, 2009).

**Table 4.** Zooplankton species in different water wells

Species wells	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rotifera										
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cephalodella tenuiseta</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Colurella uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Brachionus urceolaris</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Keratella quadrata</i>	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+
<i>Keratella cochlearis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lecane closterocerca</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lecane pyriformis</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Mytilina bisulcata</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Synchaeta stylata</i>	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>Testudinella patina</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Hexarthra fennica</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rotaria neptunia</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
Number of rotifer species										
	4	2	3	2	3	4	3	7	3	2
Cladocera										
<i>Bosmina longirostris</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Daphnia curvirostris</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
<i>Coronatella rectangula</i>	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Number of cladoceran species										
	2	3	4	1	4	3	4	2	5	1
Copepoda										
<i>Diacyclops languidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i>	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>Megacyclops viridis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Paracyclops chiltoni</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Eudiaptomus drieschi</i>	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Kinnecaris xanthi</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Nitocrella stammeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Phyllognathopus viguieri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Number of copepod species										
	4	3	4	2	4	2	4	4	3	1
Total zooplankton species										
	10	8	11	5	11	9	11	13	11	4

Conductivity was between 505.30 and 649.00  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . Although the electrical conductivity in freshwater varies between 400 and 3000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Zooplankton groups differ between high and low conductivity lakes, species diversity decreases with increasing conductivity (Tavsanoğlu et al., 2015). Although the conductivity

**Table 5.** Checklist of Zooplankton in the water wells by seasons

Species wells	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Rotifera</b>										
<b>Summer 2019</b>										
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-
<i>Cephalodella tenuiseta</i>	-	-	⊥	-	-	-	-	-	-	⊥
<i>Colurella uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Brachionus urceolaris</i>	⊥	-	⊥	⊥	-	-	⊥	-	-	-
<i>Keratella quadrata</i>	-	-	-	-	-	+++	+	-	-	-
<i>Keratella cochlearis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<i>Lecane pyriformis</i>	-	⊥	⊥	-	-	⊥	-	⊥	⊥	-
<i>Mytilina bisulcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥
<i>Synchaeta stylata</i>	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-
<i>Testudinella patina</i>	-	-	-	⊥	-	-	-	-	-	-
<i>Rotaria neptunia</i>	-	-	-	-	-	⊥	-	⊥	-	-
<b>Cladocera</b>										
<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<i>Daphnia curvirostris</i>	-	⊥	+	-	++	⊥	+++	⊥	-	++
<i>Chydorus sphaericus</i>	⊥	⊥	-	-	-	-	+++	-	+	+
<i>Coronatella rectangula</i>	-	-	⊥	++	+	-	+	-	++	-
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	-	-	-	++	⊥	-	-	⊥	-
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<b>Copepoda</b>										
<i>Diacyclops languidus</i>	-	⊥	⊥	-	-	-	-	+	-	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	-	-	-	⊥	-	-	-	-	-
<i>Megacyclus viridis</i>	⊥	-	⊥	-	-	⊥	⊥	-	-	-
<i>Paracyclus chiltoni</i>	-	⊥	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	⊥	-	-	⊥	⊥	-	+	-	-	⊥
<i>Nitocrella stammeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Phyllognathopus viguieri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<b>Rotifera</b>										
<b>Fall 2019</b>										
<i>Cephalodella tenuiseta</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Keratella quadrata</i>	-	-	⊥	-	-	⊥	-	-	-	⊥
<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Lecane pyriformis</i>	-	-	-	-	+	-	-	++	⊥	-
<i>Mytilina bisulcata</i>	-	⊥	⊥	-	-	-	-	-	+	-
<i>Synchaeta stylata</i>	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
<i>Testudinella patina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥
<i>Hexarthra fennica</i>	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-
<i>Rotaria neptunia</i>	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
<b>Cladocera</b>										
<i>Bosmina longirostris</i>	-	⊥	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<i>Daphnia curvirostris</i>	-	+	+++	+	-	-	+++	+	-	⊥
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	-	⊥	-	-	⊥	⊥	-	+	-
<i>Coronatella rectangula</i>	-	⊥	+	-	-	⊥	-	-	-	-
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	-	⊥	-	-	-	-	⊥	⊥	-

<b>Copepoda</b>										
<i>Diacyclops languidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	⊥
<i>Eucyclops serrulatus</i>	-	⊥	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	+
<i>Megacyclus viridis</i>	-	⊥	⊥	-	⊥	-	⊥	-	-	-
<i>Paracyclus chiltoni</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	-	⊥	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Eudiaptomus drieschi</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<i>Kinnecaris xanthi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<i>Nitocrella stammeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<b>Rotifera</b>										
<b>Winter 2020</b>										
<i>Colurella uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<i>Mytilina bisulcata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Testudinella patina</i>	-	-	⊥	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rotaria neptunia</i>	-	-	-	-	-	-	++	⊥	-	-
<b>Cladocera</b>										
<i>Daphnia curvirostris</i>	⊥	⊥	++	-	-	-	-	⊥	-	⊥
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	⊥
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<b>Copepoda</b>										
<i>Diacyclops languidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	⊥
<i>Eucyclops serrulatus</i>	-	⊥	⊥	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Megacyclus viridis</i>	-	-	-	-	-	+	-	⊥	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	⊥	-
<i>Eudiaptomus drieschi</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<i>Nitocrella stammeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-
<b>Rotifera</b>										
<b>Spring 2020</b>										
<i>Lecane closterocerca</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<i>Mytilina bisulcata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta stylata</i>	-	-	-	-	-	-	+++	⊥	-	-
<i>Rotaria neptunia</i>	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-
<b>Cladocera</b>										
<i>Daphnia curvirostris</i>	-	⊥	++	-	-	-	-	+	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	-	-	-	-	-	-	⊥	-	-	-
<b>Copepoda</b>										
<i>Diacyclops languidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊥	⊥
<i>Eucyclops serrulatus</i>	-	⊥	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	-	⊥	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megacyclus viridis</i>	-	-	-	⊥	⊥	⊥	⊥	⊥	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	-	-	-	⊥	-	-	-	⊥	-	-
<i>Eudiaptomus drieschi</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

-: Absent, ⊥: very few (1-10 individuals in each petri), +: few (10-30 individuals in each petri), ++: abundant (30-60 individuals in each petri), +++: very abundant (more than 60 individuals in a petri)



**Table 6.** The relationships between zooplankton and water quality parameters

	Zooplankton species number	Zooplankton abundance
Temp	R <sup>2</sup> = 0.61	R <sup>2</sup> = 0.52
pH	R <sup>2</sup> = 0.90	R <sup>2</sup> = 0.83
Con	R <sup>2</sup> = 0.92	R <sup>2</sup> = 0.89

is close to the standards (<400 µScm<sup>-1</sup>-first class waters), it was found to be high in many wells and at certain times of the year. pH and conductivity are important water quality parameters that are significantly correlated with zooplankton abundance and distribution. Therefore, there was a positive correlation between zooplankton diversity, abundance and pH (Sarvala and Halsinaho, 1990), and zooplankton diversity, abundance and conductivity (Bos et al., 1996).

The depths of the sampling wells vary from 4.00 to 9.00 m, and their widths are 2.20-3.40 m. The water sources of the wells are mainly groundwater and little rainwater. For this reason, it is assumed that the presence of planktonic organisms in the well water was through rainwater, air flow and groundwater (Hessen et al., 2019). Rotifera was the most represented zooplankton group with 14 species, followed by 10 copepod species and 6 cladoceran species, and a total of 30 species were recorded. This trend was reported by Bozkurt (2019) and Bozkurt and Bozça (2019).

Some of the species recorded- *A. ovalis*, *C. uncinata*, *B. urceolaris*, *L. clostercerca*, *L. pyriformis*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *K. longispina*, *S. stylata*, *R. neptunia*, *T. patina*, *B. longirostris*, *C. rectangula*, *C. sphaericus*, *L. acanthocercoides*, *P. aduncus*, *E. serrulatus*, *M. viridis*, *P. chiltoni*, and *P. viguieri* have been reported by various researchers to be cosmopolitan and widely distributed throughout the year (De Smet, 1996; Ramdani et al., 2001; Rybak and Bledzki, 2010) and they are very tolerant to changes in water quality parameters (Koste and Shiel, 1989; De Manuel Barrabin, 2000). According to Koste (1978), *B. urceolaris* is thermophilic and common in tropical and subtropical waters in summer. *B. urceolaris* and *C. uncinata* are benthic (Yalim, 2006).

Although the species richness and abundance of zooplankton in groundwater are low, they are an important assemblage in these waters (Galassi 2001). Furthermore, the genera Diacyclops and Elaphoidella are the forerunners of planktonic organisms in groundwater (Brancelj and Dumont, 2007). *D. languidus*, *M. albidus*, *M. viridis*, *T. prasinus*, *K. xanthi*, and *N. stammeri* are common species in caves, springs, seeps, and groundwater, despite the fact that many of them are found in inland waters (Lee and Chang, 2007; Bruno and Cottarelli, 2015).

## References

- Bednarz, T., Starzecka, A. & Mazurkiewicz-Boroń, G. (2002). Microbiological processes accompanying the blooming of algae and cyanobacteria. *Wiadomości Botaniczne* 46(1-2): 45-55 (in Polish).
- Borutsky, E. V. (1964). Freshwater Harpacticoida. Fauna of U.S.S.R., (Crustacea) 3 (4): 1-396. (Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem).

*K. longispina*, *K. cochlearis*, *S. stylata*, *T. patina*, *R. neptunia*, *E. serrulatus*, *M. albidus* and *E. drieschi* are common species with high tolerance to environmental conditions (Segers, 2007). They can live in many aquatic environments, both pelagic and plant-based (Stankovic and Ternjej, 2007). Rotifer species with wide tolerance to different water properties have been reported (Jersabek and Bolortsetseg, 2010; Hamaidi-Chergui et al., 2013).

The species recorded could have been introduced from the groundwater feeding the wells, and on the zooplankton distribution patterns such as winds, water particles and insects (Hessen et al., 2019).

There are differences between the number of species recorded in this study and that of Bozkurt and Bozça (2019). The number of common species found in both studies was 16, while the number of species recorded in this study but not in Bozkurt and Bozça (2019) was 14 (Table 3).

The reason for these differences may be due to the different characteristics of the underground water resources, the different water properties and the fact that the groundwaters do not come into contact with each other. According to Winter et al. (1998), it is almost impossible to monitor the movement and behavior of groundwater. Groundwater moves both vertically and laterally within the underground system. The flow paths, which can be tens to hundreds of meters long, are in the form of a complex network system that begins at the water table, continues through the groundwater system, and ends in the well.

## Conclusion

The zooplankton fauna of the wells, which were mostly fed by groundwater, consists of 14 rotifer, 10 copepod and 6 cladoceran species. A total of 10 rotifer families, three Cladocera families and 5 copepod families were recorded. The number of zooplankton species and abundance had significant positive correlation with temperature, pH and conductivity. *A. ovalis*, *H. fennica*, *K. quadrata*, *R. neptunia*, *S. stylata* (Rotifera), *C. sphaericus* and *D. curvirostris* (Cladocera) were very abundant in different seasons and wells, while copepod species were much less common in all wells and seasons. Most of the species recorded are cosmopolitan.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Conflict of Interest

The author declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

- Bos, D. G., Cumming, B. F., Watters, C. E. & Smol, J. P. (1996). The relationship between zooplankton, conductivity and lakewater ionic composition in 111 lakes from the Interior Plateau of British Columbia, Canada. *International Journal of Salt Lake Research*, 5: 1-15. <https://doi.org/10.1007/BF01996032>
- Botosaneanu, L. (1986). *Stygofauna Mundi: A Faunistic, distributional, and ecological synthesis of the World Fauna Inhabiting Subterranean Waters (Including the Marine Interstitial)*. Leiden, the Netherlands: E.J. Brill/W. Backhuys.
- Boulton, A. J., Moss, G. L. & Smithyman, D. (2003). Short-term effects of aerially-applied fire-suppressant foams on water chemistry and macroinvertebrates in streams after natural wild-fire on Kangaroo Island, South Australia. *Hydrobiologia*, 498(1-3): 177-189. <https://doi.org/10.1023/A:1026213301871>
- Boyd, C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama. Birmingham Publishing Co., Birmingham, Alabama. 482 pp.
- Bozkurt, A. & Bozça, M. (2019). Investigation of zooplankton fauna in water wells of Yayladağı District (Hatay, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 43(4): 356-366. <https://doi.org/10.3906/zoo-1903-33>
- Bozkurt, A. (2019). Investigation of zooplankton fauna in water wells of Kuyubeli village (Adana, Turkey) with the first record of the genus *Speocyclops* Kiefer, 1937 (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae) for Turkish inland waters. *Turkish Journal of Zoology*, 43(1): 142-145. <https://doi.org/10.3906/zoo-1801-29>
- Brancelj, A. & Dumont, H. J. (2007). A review of the diversity, adaptations and groundwater colonization pathways in Cladocera and Calanoida (Crustacea), two rare and contrasting groups of stygobionts. *Fundamental and Applied Limnology*, 168(1): 3-17. <https://doi.org/10.1127/1863-9135/2007/0168-0003>
- Brancelj, A., Boonyanusith, C., Watiroyram, S. & Sanoamuang, L. (2013). The groundwater-dwelling fauna of South East Asia. *Journal of Limnology*, 72(2): 327-344. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2013.s2.e16>
- Bruno, M. C. & Cottarelli, V. (2015). First record of *Kinnecaris* (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae) from Turkey and Thailand; description of three new species and emended definition of the genus. *Italian Journal of Zoology*, 82(1): 69-94. <https://doi.org/10.1080/11250003.2014.1002820>
- Damian-Georgescu, A. (1970). Fauna republicii socialiste Romania, crustacea. Vol. IV. 11 Copepoda, harpacticoida. Bucharest, Romania: Academiei Republicii socialiste Romania (in Romanian).
- Danielopol, D. L. & Griebler, C. (2008). Changing paradigms in groundwater ecology from the 'living fossils' tradition to the 'new groundwater ecology'. *International Review of Hydrobiology*, 93(4-5): 565-577. <https://doi.org/10.1002/iroh.200711045>
- De Manuel Barrabin, J. (2000). The Rotifers of Spanish Reservoirs: Ecological, Systematical and Zoogeographical Remarks. *Limnetica*, 19: 91-167.
- De Smet, W. H. (1996). *Rotifera*. Vol. 4: The Proalidae (Monogonota). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 9. SPB Academic Publishing.
- Di Lorenzo, E., Mountain, D., Batchelder, H. P., Bond, N. & Hofmann, E. E. (2013). Advances in Marine Ecosystem Dynamics from US GLOBEC. The Horizontal-Advection Bottom-up Forcing Paradigm. *Oceanography*, 26(4): 22-33.
- Dorak, Z. (2013). Zooplankton abundance in the lower Sakarya River Basin (Turkey): Impact of environmental variables. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 19(1): 1-22.
- Doveri, M., Menichini, M. and Scozzari, A. (2015). Protection of Groundwater Resources: Worldwide Regulations and Scientific Approaches. In: Scozzari, A., Dotsika, E. (eds) *Threats to the Quality of Groundwater Resources. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 40. Springer, Berlin, Heidelberg p. 13-30. <https://doi.org/10.1007/978-2015-421>
- Dussart, B. (1969). *Les Copepodes des Eaux Continentales d'Europe Occidentale* Tale II. Cyclopoïdes et Biologie. Paris, France: N. Boubee et Cie (in French).
- Galassi, D. M. P. & De Laurentis, P. (2004). Towards a revision of the genus *Parastenocaris* Kessler, 1913: establishment of *Simplicaris* gen. nov. from groundwaters in central Italy and review of the *P. brevipes*-group (Copepoda, Harpacticoida, Parastenocarididae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140(3): 417-436. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2003.00107.x>
- Galassi, D. M. P. (2001). Groundwater copepods: diversity patterns over ecological and evolutionary scales. *Hydrobiologia*, 453(454): 227-253. <https://doi.org/10.1023/A:1013100924948>
- Galassi, D. M. P., Huys, R. & Reid, J. W. (2009). Diversity, ecology and evolution of groundwater copepods. *Freshwater Biology*, 54(4): 691-708. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02185.x>
- Gibert, J. & Culver, D. C. (2009). Assessing and conserving groundwater biodiversity: an introduction. *Freshwater Biology*, 54(4): 639-648. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02202.x>
- Hamaidi-Chergui, F., Hamaidi, M. S., Brahim Errahmani, M. & Benouakli, F. (2013). Studies on biodiversity of Rotifera in five artificial lakes in Algeria: Systematical and Zoogeographical remarks. *Kragujevac Journal of Sciences*, 35: 115-138.
- Hancock, P. J., Boulton, A. J. & Humphreys, W. F. (2005). Aquifers and hyporheic zones: towards an ecological understanding of groundwater. *Hydrogeology Journal*, 13: 98-111. <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0421-6>
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic rotifer population: a plea for long-term investigations. *Hydrobiologia* 147: 163-180. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-4059-8\\_22](https://doi.org/10.1007/978-94-009-4059-8_22)
- Hessen, D. O., Jensen, T. C. & Walseng, B. (2019). Zooplankton diversity and dispersal by birds; insights from different geographical scales. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7:74. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00074>
- Ivanova, M. B. & Kazantseva, T. I. (2006). Effect of water pH and total dissolved solids on the species diversity of pelagic zooplankton in lakes: a statistical analysis. *Russian Journal of Ecology*, 37 (4): 264-270. <https://doi.org/10.1134/S1067413606040084>
- Jersabek, C. D. & Bolortsetseg, E. (2010). Mongolian rotifers (Rotifera, Monogononta) a checklist with annotations on global distribution and autecology. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 159(1): 119-168. <https://doi.org/10.1635/053.159.0108>
- Kiefer, F. (1978). *Freilebende Copepoda, Das Zooplankton der Binengewasser 2. Teil, Die Binengewasser Band XXVI*. Stuttgart, Germany: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung (in German).

- Korinek, V. (1987). Revision of three species of the genus *Diaphanosoma* Ficher 1850. *Hidrobiologia*, 145: 35-45. <https://doi.org/10.1007/BF02530263>
- Koste, W. & Shiel, R. J. (1989). Rotifera from Australian land waters. III. Euchlanidae, Mytilinidae and Trichotriidae (Rotifera: Monogononta). *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 113(1&2): 85-114.
- Koste, W. (1978). Rotatoria. Die Radertiere Mittel-europas, 2nd ed. Gebruder Borntraeger, Berlin and Stuttgart. V. 1, text, 673 p.; V. 2, plates, 476 p.
- Larned, S. T. (2012). Phreatic groundwater ecosystems: research frontiers for freshwater ecology. *Freshwater Biology*, 57(5): 885- 906. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02769.x>
- Lee, J. M. & Chang, C. Y. (2007). Two new species of *Tropocyclops* prasinus group (Copepoda: Cyclopidae) from South Korea. *Integrative Biosciences*, 11(2): 255-263. <https://doi.org/10.1080/17386357.2007.9647342>
- Mustapha, M. K. (2009). Zooplankton assemblage of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria. *Revista de Biología Tropical*, 57(4): 1027-1047.
- Negrea, S. T. (1983). Fauna Republici Socialiste Romania Crustacea, Cladocera. Bucharest, Romania: Academia Republicii Socialiste Romania (in Romanian).
- Papa, R. D. S. & Briones, J. C. A. (2014). Climate and human-induced changes to lake ecosystems: what we can learn from monitoring zooplankton ecology. *Journal of Environmental Science and Management*, 17(1): 60-67. [https://doi.org/10.47125/jesam/2014\\_1/07](https://doi.org/10.47125/jesam/2014_1/07)
- Papa, R. D., Tordesillas, D. T. & Mamaril, A. C. (2012). An updated taxonomic account of limnetic crustacean zooplankton of Lake Taal, Philippines. *Philippine Journal of Science*, 141(2): 253-262.
- Ramdani, M., Elkhiati, N., Flower, R. J., Birks, H. H., Kraiem, M. M., Fathi, A. A. & Patrick, S. T. (2001). Open water zooplankton communities in North African wetland lakes: the CASSARINA Project. *Aquatic Ecology*, 35: 319-333. <https://doi.org/10.1023/A:1011926310469>
- Lopes, R. M. Reid, J. W. & Da Rocha, C. E. F. (1999). Copepoda: Developments in Ecology, Biology and Systematics: proceedings of the Seventh international conference on Copepoda, held in Curitiba, Brazil, 25-31 July, 1999: reprinted from *Hydrobiologia*, vol. 453/454 (2001) (Vol. 156). Springer Science & Business Media.
- Rossetti, G., Viaroli, P. and Ferrari, I. (2009). Role of abiotic and biotic factors in structuring the metazoan plankton community in a lowland river. *River Research and Applications*, 25(7), 814-835. <https://doi.org/10.1002/rra.1170>
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers Biology and Taxonomy. Stuttgart, Germany: Biological Station Lunz of the Austrian Academy of Science.
- Rybak, J. I. & Bledzki, L. A. (2010). Slodkowodne skorupiaki planktonowe. Klucz do oznaczania gatunków. Warsaw, Poland: Warsaw University Press (in Polish).
- Sarvala, J. & Halsinaho, S. (1990). Crustacean zooplankton of Finnish forest lakes in relation to acidity and other environmental factors. In: Kauppi P., Anttila P. & Kenttämies K. (eds.), *Acidification in Finland*, Springer, Berlin, 1009–1027. pp.
- Scourfield, D. J. & Harding, J. P. (1966). A Key to The British Freshwater Cladocera. Freshwater Biological Association Scientific Publications, No. 5. Dorset, UK: Freshwater Biological Association.
- Segers, H. (1995). The Lecanidae (Monogononta). Rotifera 2. In: Dumont HJ (editor). *Guides to the Identification of the Continental Waters of the World 6*. The Hague, the Netherlands: SPB Academic Publishing.
- Segers, H. (2007). A global checklist of the rotifers (Phylum Rotifera). *Zootaxa*, 1564(1): 1–104. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1564.1.1>
- Sharma, A., Sharma, R.C. & Anthwal, A. (2007). Monitoring phyto-plankton diversity in the hill stream Chandrabhaga in Garhwal Himalayas. *Life Science Journal*, 4: 80-84.
- Smirnov, N. N. (1974). Fauna of USSR Crustacea Chydoridae. Vol. I, No. 2. Jerusalem, Israel: Israel Program for Scientific Translations.
- Stankovic, I. & Ternjej, I. (2007). The first record of *Cyclops bohater kozminski* (copepoda, cyclopoida) in croatia and the Balkan peninsula. *Natura Croatica*, 16(3): 189-199.
- Stoch, F., Artheau, M., Brancelj, A., Galassi, D. M. P. & Malard, F. (2009). Biodiversity indicators in European ground waters: towards a predictive model of stygobiotic species richness. *Freshwater Biology*, 54(4): 745-755. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02143.x>
- Taş, B., Gönülol, A. & Taş, E. (2010). Seasonal dynamics and biomass of mixotrophic flagellate *Dinobryon sertularia* Ehrenberg (Chrysophyceae) in Derbent Reservoir (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 305-313. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0302>
- Tavsanoglu, U. N., Maleki, R. & Akbulut, N. (2015). Effects of Salinity on the Zooplankton Community Structure in Two Maar Lakes and One Freshwater Lake in the Konya Closed Basin, Turkey. *Ekoloji*, 24(94): 25-32. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2015.944>
- OSIB, (2015). Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs. Surface Water Quality Regulation, 15 p. (in Turkish).
- Winter, T. C., Harvey, J. W., Franke, O. L. & Alley, W. M. (1998). Ground water and surface water a single resource, U.S. Geological Survey Circular 1139, Denver, Colorado, 87 pp.
- Yalim, F. B. (2006). Rotifera fauna of Yamansaz Lake (Antalya) in South-West of Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3- 4): 395-397.
- Yamada, Y. & Ikeda, T. (1999). Acute toxicity of lowered pH to some oceanic zooplankton. *Plankton Biology and Ecology*, 46(1): 62-67.
- Zektser I. S. & Everett L. G. (2004). Groundwater resources of the world and their use. UNESCO IHP-VI Series on Groundwater No.6. Paris, France, 346 p.



## A study of nutritional properties in European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole caught in Mersin Bay, North-east Mediterranean Sea

Ayşe Özyılmaz<sup>1\*</sup>, Dilan Yaprak<sup>1</sup>, Sevil Demirci<sup>1</sup>

\*Corresponding author: [ayse.ozyilmaz@iste.edu.tr](mailto:ayse.ozyilmaz@iste.edu.tr)

Received: 24.03.2022

Accepted: 16.05.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Marine Technologies, 31200, Iskenderun, Hatay, TÜRKİYE

### Keywords

European pilchard  
Golden grey mullet  
Common sole  
Fatty acids  
Lipid quality index  
Proximate composition

### ABSTRACT

European pilchard (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), Golden grey mullet (*Liza aurata*, Risso 1810), and Common sole (*Solea solea*, Quensel, 1806) are the commercially important fish species caught by trawl and purse seine in Mersin Bay, in the Mediterranean. This study was aimed to investigate proximate compositions, carbohydrate levels, energy contents, fatty acid profiles, and the lipid quality indexes of European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole caught by trawl. The crude protein, lipid, moisture, and ash content were determined as proximate compositions. The protein levels were determined as the highest levels in sardine (24.08%) followed by the common sole (18.91%) and golden grey mullet (18.01%). An inverse correlation between the moisture contents and the lipid levels among the fish was observed in this study. The ash levels, carbohydrate values, and energy contents were in the following order: European pilchard > Golden grey mullet > Common sole. Palmitic acid (C16:0) and oleic acid (C18:1n9) were the highest level of fatty acids in SFA (saturated fatty acids) and MUFA (monounsaturated fatty acids) for the Golden grey mullet and Common sole, respectively. The levels of eicosapentaenoic acid (EPA) in all fish used in this study were found to be different from each other ( $P < 0.05$ ). The amount of docosahexaenoic acid (DHA) were lower than that of EPA in European pilchard and Golden grey mullet. Although the levels of EPA and DHA in fish are found to be in the range of 4.91 - 11.01% and 6.85 - 8.87%, respectively and different from each other, these two fatty acids are good for health.

### Introduction

European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole caught by trawl and purse seine are three fish species that are economically important for the people around the Mersin Bay, in the north east Mediterranean. The prices for these fish are affordable comparing other fish species. According to Turkish Statistical Institute (Turkstat 2019) report, the share of the total catch for European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole were averagely calculated to be 8.6%, 0.2%, and 0.8% from 2017 to 2018 total catch rate of the whole production quantity of the sea fish in Turkey. The reports from 2011 to 2020 relating the total catch rates of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole show a declining pattern (Turkstat, 2021).

Along with other small pelagic fish, the European pilchard has an important place in the sea. In the last two decades, some fish species have declined in the north eastern Mediterranean Sea,

Turkish coastal for that matter, some scientific studies were conducted to gather information to highlight the importance of this issue (Ozyilmaz et al., 2017a, b; Demirci ve Şimşek, 2019; Demirci et al., 2019; Şimşek et al., 2019). Some of the studies were about the changes in biological and ecological traits of these fish and their relationship with environmental variables (Lloret-Lloret et al., 2022), lipid quality (Duricic et al., 2022), seasonal changes in biochemical compositions (Simat et al., 2020), and feeding one year in captivity (Bandarra et al., 2018).

Golden grey mullet is another fish species that belongs to the Mullidae family and has a great value for people around the region. Along with other fish used for this study, golden grey mullet is generally readily available in the fishing season at reasonable prices. Total catch amounts of the Golden grey mullet were reported to be 2182 and 1416 tonnes in 2019 and 2020, respectively (Turkstat, 2021). Along with the other mugilidae,

### Cite this article as

Özyılmaz, A., Yaprak, D. & Demirci, S. (2022). A study of nutritional properties in European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole caught in Mersin Bay, North-east Mediterranean Sea. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 71-76.



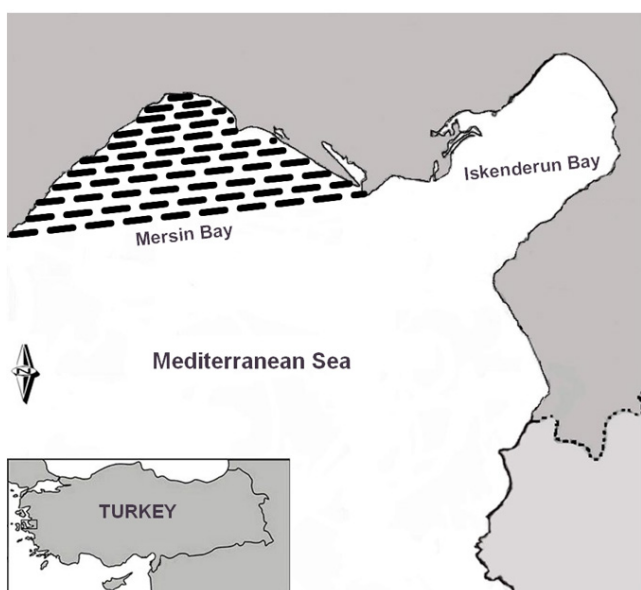
Golden grey mullet has a wide range of distribution areas e.g., in tropical, subtropical, and temperate waters as well as coastally in estuaries and freshwater (Nelson 2006). This fish species is economically very important not only for its muscle taste but also as other raw materials e.g., its roe (Hung and Shaw 2006, Turan 2016).

The Common sole has a very special place on tables for the people in the Mediterranean Sea as well as other seas and is one of the economically important and highly demanded fish species. These attributes made common sole very substantial research topic for scientists and producers. In order to catch to demand common sole, there were designs for some projects to provide information about rearing conditions (Parma et al., 2019, Morais et al., 2016).

The European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole are the fish species that are affordable comparing other fish species on the counter and have nutritional values for the consumers. Even though there are few studies conducted on these fish species (Simat et al., 2020; Kucukgulmez et al., 2018; Özogul and Özogul 2007; Gökçe et al. 2004), there should be more studies needed in this field. The aim of this study is to explore the biochemical aspects of the European pilchard, golden grey mullet, and common sole. For this matter, proximate compositions (protein, lipid, moisture, and ash), carbohydrate levels, energy contents, fatty acid profiles, and the lipid quality indexes of these fish were investigated for this study.

## Materials and Methods

European pilchard (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), Golden grey mullet (*Liza aurata*, Risso 1810), and Common sole (*Solea solea*, Quensel, 1806) are caught by professional fishermen by trawl and purse seine in February, March, and April in Mersin Bay in the Mediterranean (Figure 1). The fish came from both catching methods and three different catching times mixed together and prepared for the biochemical analysis.



**Figure 1.** Study area

## Proximate compositions, carbohydrate levels, and energy contents

The proximate compositions are composed of the crude protein, lipid, moisture, and ash in this study. The crude protein content was calculated by using nitrogen content obtained by the Kjeldahl method which may be divided into three steps: digestion, neutralization, and titration.

1. Digestion step; The fish samples were practically weighed into a digestion tube with a precision of 0.001 g added 3 Kjeldahl tablets for each tube and then digested by heating it in the presence of sulfuric acid.

2. Neutralization step; After the digestion has been completed, the digestive tube is placed in the Kjeldahl distillation unit. The deionized water and NaOH solution (%40) were added automatically to the distillation unit. The separation of the nitrogen from the digested mixture was performed by steam distillation and trapped the distilled vapors in a dedicated solution of boric acid.

3. Titration step; The nitrogen content is then estimated with titration by using a suitable indicator to determine the endpoint of the reaction. A conversion factor of 6.25 was used for the calculation of protein content (Anonymous, 1992).

Determination of crude lipid was carried out by using a modified Bligh and Dyer method (Hanson and Olley, 1963). For each fish species, approximately 10 g of muscle from the mixed samples was weighed and placed into a homogenization flask. A total of 8 mL of pure water, 20 mL of chloroform, and 40 mL of methanol were added, respectively. After all addition, the mixture was homogenized for 1 minute. An additional 20 ml of chloroform was added and the mixture was homogenized for 0.5 minutes. Finally, 20 ml of water was added and the mixture was homogenized for a further 0.5 minutes. The homogenate was centrifuged for 10 minutes at 3000 rpm. After centrifugation, the aqueous layer was removed by aspiration. A total of 20 ml of the chloroform layer was transferred into a dry pre-weighed round-bottom flask. The chloroform was evaporated by using a rotary vacuum evaporator at 45-55 °C. Final drying was performed in an oven at 105 °C for 30 minutes. The flask was allowed to cool to room temperature in a desiccator for approximately 15 minutes and weighed. The following equation (Percentage of lipid in the fish) was used to calculate the lipid content in the sample.

$$\% \text{ Lipid (B \& D)} = \frac{W_L}{W_S} \times \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

Where:

WL= Weight of the lipid extracted (g)

WS= Weight of the sample (g)

V1 = Total volume of chloroform that used for lipid extraction (mL)

V2= Volume of chloroform used for evaporation (mL)

## Fatty Acid Compositions

A Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) was used to determine fatty acids of the lipids belonging to European pilchard, golden grey mullet, and common sole. After obtaining lipid from each of these three fish, fatty acid methyl esters were prepared. The GC-MS (a Hewlett Packard GC, model 6890) and coupled with Hewlett Packard (model 5972A, HP 6890 system) MS detector was used for the analysis. Separations of fatty acids were performed with HP-INNOWAX Polyethylene Glycol Capillary Column (Model number HP 19091N-133, 0.25 mm \* 30m \* 0.25 µm) and HP 6890 automatic injection system was used.

First of all, the injection and detector temperatures were set at 250°C and 270°C, respectively. The split ratio was arranged at 1:20 with a total injection volume of 1 µl. secondly, the injector was washed three times with iso-octane in order to avoid any contagion. Finally, the post-injection, injector program was also set to triple wash of injector for the next injection.

The oven temperature was programmed initially at 120°C and held for 3 minutes. Then, the temperature was increased to 250°C with a 10°C per minute ramp rate and hold at this temperature for nine minutes. Total separation was achieved in 25 minutes. Identification of individual fatty acids was made by comparing the retention time of FAME standard (Supelco 47085U PUFA No: 3) and Supelco 37 component Fame mix (Supelco 47885-U). Confirmation of fatty acid methyl esters was also performed by using the MS database library (FAMEDBWAX). Further information was provided in Özyilmaz and Palalı (2014).

## Lipid Quality Indexes

The identified fatty acid composition of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole were practically used to calculate atherogenicity Index (AI) and thrombogenicity Index (TI). The equations given below are used to calculate Lipid Quality Indexes, AI, and TI which were reported by Ulbricht and Southgate (1991).

$$AI = [(4 \times C14:0) + C12:0 + C16:0] / (\Sigma PUFA-n6 + \Sigma PUFA-n3 + \Sigma MUFA)$$

$$TI = [(C14:0 + C16:0 + C18:0) / (0.5 \times MUFA + 0.5 \times PUFA-n6 + 3 \times PUFA-n3 + PUFA-n3 / PUFA-n6)]$$

Also, the polyene index (PI) was calculated by using the following equation which gives an idea about the PUFA damage that was previously reported by Lubis and Buckle (1990).

$$(PI) = (C20:5 + C22:6) / C16:0$$

## Statistical analysis

Statistical analysis was performed with SPSS (22.0). Significance was established at  $P < 0.05$ . The data of this study regarding different fish species were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA), and a mean comparison was carried out by using Duncan's Multiple Range Test. Before the ANOVA analysis was performed, the homogeneity of variances was tested.

## Results

Proximate compositions, carbohydrate levels, and energy contents of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole were given in Table 1. The average protein levels of the fish were found to be in the range of 18% to 24% which is good for the consumers. The golden grey mullet and common sole are lean fish with values of 0.67% and 0.32%, respectively, while the European pilchard is low-fat fish with an average level of 2.44% in their lipid amounts.

There is an inverse correlation between the moisture content and the lipid level in fish in this current study. The ash content of the fish diverged ( $P < 0.05$ ) from 1.17 to 1.61 (Table 1). Even though carbohydrate and energy amounts in all fish used in this study differed from each other, these differences were found to be statistically significant only in European pilchard to the other two fish species. Although, the data of the carbohydrate and energy amounts in Golden grey mullet and common sole showed certain differences. These differences were found to be statistically insignificant ( $P > 0.05$ ).

**Table 1.** Proximate compositions, carbohydrate levels, and energy contents of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole

	European pilchard	Golden grey mullet	Common sole
Protein (%)	24.08±0.94 <sup>a</sup>	18.01±0.52 <sup>b</sup>	18.91±0.49 <sup>b</sup>
Lipid (%)	2.44±0.26 <sup>a</sup>	0.67±0.14 <sup>b</sup>	0.32±0.05 <sup>c</sup>
Moisture (%)	70.37±1.42 <sup>a</sup>	79.07±0.80 <sup>b</sup>	79.43±0.53 <sup>b</sup>
Ash (%)	1.61±0.05 <sup>a</sup>	1.37±0.04 <sup>b</sup>	1.17±0.07 <sup>c</sup>
Carbohydrate (%)	1.51±0.95 <sup>a</sup>	0.89±0.38 <sup>b</sup>	0.18±0.05 <sup>b</sup>
Energy	523.64±20.87 <sup>a</sup>	345.21±11.92 <sup>b</sup>	335.93±10.31 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup> Values within same row with different superscripts diverge significantly at  $p < 0.05$

On the other hand, the fatty acid profiles and lipid quality indexes of the European pilchard, golden grey mullet, and Common sole were tabulated in Table 2. While a total of 27 fatty acids was determined for European pilchard and golden grey mullet, a total of 25 fatty acids were determined for Common sole in the present study. The highest saturated fatty acids and monounsaturated fatty acids were observed in European pilchard followed by Golden grey mullet and Common sole, respectively. The average levels of PUFA (polyunsaturated fatty acids) in golden grey mullet and common sole were found to be 37.77% and 37.15% which are close to each other.

The highest saturated fatty acid components were in the following order: palmitic acid (C16:0) > myristic acid (C14:0) > stearic acid (C18:0) for European pilchard and C16:0 > C18:0 > C14:0 for Common sole in this study. Additionally, lauric acid (C12:0), pentadecanoic acid (C15:0), heptadecanoic acid (C17:0), and arachidic acid (C20:0) were found in lower amounts in all fish used in this study. The individual monounsaturated fatty acid components differed from each other regarding their existence levels. The levels of palmitoleic acid (C16:1n9) were the major fatty acid in monounsaturated fatty acid components for European pilchard, while those of oleic acid (C18:1n9) were the

**Table 2.** The fatty acid profiles and lipid quality indexes of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole

Fatty Acids	European pilchard	Golden grey mullet	Common sole
C12:0	0.12±0.01 <sup>a</sup>	1.13±0.07 <sup>b</sup>	0.28±0.01 <sup>c</sup>
C14:0	11.20±0.20 <sup>a</sup>	3.83±0.14 <sup>b</sup>	2.13±0.10 <sup>c</sup>
C15:0	0.62±0.01 <sup>a</sup>	0.55±0.07 <sup>a</sup>	1.31±0.06 <sup>b</sup>
C16:0	23.56±0.48 <sup>a</sup>	20.75±0.67 <sup>b</sup>	14.91±0.71 <sup>c</sup>
C17:0	0.41±0.01 <sup>a</sup>	0.82±0.03 <sup>b</sup>	1.59±0.03 <sup>c</sup>
C18:0	5.34±0.11 <sup>a</sup>	6.77±0.28 <sup>b</sup>	4.83±0.07 <sup>a</sup>
C20:0	0.34±0.01 <sup>a</sup>	1.55±0.06 <sup>b</sup>	2.48±0.01 <sup>c</sup>
<b>ΣSFA</b>	<b>41.57<sup>a</sup></b>	<b>35.40<sup>b</sup></b>	<b>27.52<sup>c</sup></b>
C16:1 n9	13.90±0.22 <sup>a</sup>	5.72±0.28 <sup>b</sup>	3.16±0.04 <sup>c</sup>
C16:1 n7	0.42±0.01 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	1.39±1.48 <sup>a</sup>
C17:1	1.40±0.04 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>c</sup>
C18:1 n9	5.20±0.22 <sup>a</sup>	11.48±0.01 <sup>b</sup>	7.89±0.00 <sup>c</sup>
C18:1 n7	4.16±0.04 <sup>a</sup>	2.96±0.05 <sup>b</sup>	2.93±0.04 <sup>b</sup>
C20:1n9	0.17±0.01 <sup>a</sup>	1.24±0.04 <sup>b</sup>	1.86±0.01 <sup>c</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>25.24<sup>a</sup></b>	<b>21.87<sup>b</sup></b>	<b>17.66<sup>c</sup></b>
C22:2	0.58±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.05 <sup>b</sup>	ND
C18:2 n6	1.08±0.04 <sup>a</sup>	5.77±0.09 <sup>b</sup>	4.08±0.07 <sup>c</sup>
C18:3 n6	0.45±0.01 <sup>a</sup>	0.52±0.01 <sup>b</sup>	0.91±0.02 <sup>c</sup>
C20:2n6	0.12±0.01 <sup>a</sup>	1.24±0.05 <sup>b</sup>	1.36±0.15 <sup>b</sup>
C20:3n6	0.38±0.00 <sup>a</sup>	1.52±0.01 <sup>b</sup>	1.78±0.48 <sup>b</sup>
C20:4n6	2.65±0.04 <sup>a</sup>	3.81±0.01 <sup>b</sup>	4.08±0.13 <sup>c</sup>
C22:4n6	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.83±0.01 <sup>b</sup>	1.81±0.01 <sup>c</sup>
C22:5n6	0.55±0.00 <sup>a</sup>	0.49±0.41 <sup>a</sup>	2.10±0.31 <sup>b</sup>
C18:3 n3	0.36±0.00 <sup>a</sup>	1.96±0.02 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>c</sup>
C18:4 n3	0.95±0.01 <sup>a</sup>	1.02±0.01 <sup>a</sup>	1.81±0.04 <sup>b</sup>
C20:4n3	0.47±0.03 <sup>a</sup>	0.84±0.01 <sup>b</sup>	ND
C20:5n3	11.01±0.55 <sup>a</sup>	9.03±0.04 <sup>b</sup>	4.91±0.02 <sup>c</sup>
C22:5n3	1.37±0.01 <sup>a</sup>	2.48±0.07 <sup>b</sup>	3.95±0.06 <sup>c</sup>
C22:6n3	8.87±0.28 <sup>a</sup>	6.85±0.01 <sup>b</sup>	7.41±0.15 <sup>b</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>29.02<sup>a</sup></b>	<b>37.77<sup>b</sup></b>	<b>37.15<sup>b</sup></b>
<b>n6</b>	<b>5.41<sup>a</sup></b>	<b>14.17<sup>b</sup></b>	<b>16.11<sup>c</sup></b>
<b>n3</b>	<b>23.03<sup>a</sup></b>	<b>22.65<sup>a</sup></b>	<b>21.05<sup>a</sup></b>
<b>n6/n3</b>	<b>0.24<sup>a</sup></b>	<b>0.63<sup>b</sup></b>	<b>0.77<sup>c</sup></b>
<b>PUFA/SFA</b>	<b>0.70<sup>a</sup></b>	<b>1.07<sup>b</sup></b>	<b>1.36<sup>c</sup></b>
<b>AI</b>	<b>1.27<sup>a</sup></b>	<b>0.63<sup>b</sup></b>	<b>0.44<sup>c</sup></b>
<b>PI</b>	<b>0.85<sup>a</sup></b>	<b>0.77<sup>a</sup></b>	<b>0.83<sup>a</sup></b>
<b>TI</b>	<b>0.46<sup>a</sup></b>	<b>0.36<sup>b</sup></b>	<b>0.27<sup>c</sup></b>

<sup>a,b,c</sup> Values within same row with different superscripts diverge significantly at  $p < 0.05$ ; AI (atherogenic index); TI (thrombogenic index); PI (polyene index); ND: Not Detec

highest for golden grey mullet and Common sole. The vaccenic acid (C18:1n7) and eicosenoic acid (C20:1n9) of all fish used in this study differed from each other and these differences were found to be statistically insignificant ( $P < 0.05$ ). The levels of arachidonic acid (ARA, C20:4n6), EPA, and DHA levels were calculated to be in the range of 2.65-4.08%, 4.91-11.01%, and 6.85-8.87%.

According to Turkstat (2021) reports from the year of 2011 to the year 2020, the quantities of caught European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole were in a degreasing pattern. These fishes are important for people who care for healthy food with low payment. Information about some biochemical aspects of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole in the study may provide useful information.

## Discussion

The average lipid amount of the European pilchard in February, March, and April in this study was found to be 2.44 %. The lipid amount of the European pilchard caught in the central Adriatic fishing region southwest of the long island was reported to be an average of 2.24 % (1.18%, 1.91%, and 3.64%) in February, March, and April (Simat et al., 2020). This average value stated for the European pilchard in the study of Simat et al. (2020) is very close to the finding of the European pilchard used in this current study. Additionally, Lloret et al. (2022) also reported the lipid amount of two different sardine species (*Engraulis encrasicolus* and *Sardina pilchardus*) in three different locations (L'Escala, Barcelona, and Tarragona) in the Northwestern Mediterranean Sea diverged and lower than 2.50% in February, March, and April. Moreover, Bandarra et al. (1997) measured the lipid levels of the European pilchard caught on the Portuguese coast (Peniche) in February, March, and April at 1.9%, 1.2%, and 1.3%, respectively. These previously reported values of lipid levels in European pilchard (1.46%) were lower than those of lipid values in European pilchard in this current study.

On the other hand, the protein and lipid levels of the golden grey mullet in this study were measured to be 18.01% and 0.67%, respectively. Kucukgulmez et al. (2018) reported that the protein and lipid levels of the Golden grey mullet were in the range of 16.09-18.40% and 0.13-4.00% throughout a year. The protein and lipid levels of the Golden grey mullet were in the range of the study reported by Kucukgulmez et al. (2018). Özogul et al. (2009) reported that the lipid levels of the Golden grey mullet were 2.29 % which is higher than that of the golden grey mullet used in this study. This could be the result of the region and seasonal differences. According to Lloret et al. (2022), along with many attributes, the lipid content of fish depends on various kinds of environmental factors and seasonal changes which do not have to be in long-term changes.

Additionally, previously published data relating to the Common sole proximate composition (the ash, moisture, protein, and lipid levels) provided by Ozogul et al. (2011) and Gökçe et al. (2004) were very close to the Common sole in this study. Özogul and Özogul (2007) reported the lipid level of the Common sole was lower than 1% which is in parallel with the level of the common sole in this study.

The carbohydrate amounts in European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole were in the range of 1.21±1.03-1.50±0.54 % which are higher than those reported for three freshwater fish species (in the range of 0.15±0.07% - 0.55±0.03% (Ozyilmaz et al., 2016). Additionally, the energy value



of European pilchard, Golden grey mullet, and the Common sole was in the range of 369.30±14.84%-445.12±11.46%. Ozyilmaz et al. (2016) reported carbohydrate levels of three freshwater fish species in the range of 335.93±10.31%-523.64±20.87% which are in parallel with this study.

The average saturated fatty acid amounts of the common sole in this study were found to be %27.52. Özogul and Özogul 2007 reported the saturated fatty acid levels of the Common sole from the northeastern Mediterranean coast of Turkey as %29.60. The results regarding the saturated fatty acid amounts of the common sole were different from each other. The reason for that could be the catching seasons. Additionally, the highest saturated fatty acid components were in the following order: C16:0>C14:0>C18:0 for European pilchard in this study. Bandarra et al. (2018) reported similar results for the European pilchard. The highest saturated fatty acid components were in the following order: C16:0>C18:0>C14:0 for golden grey mullet in this study. Kucukgulmez et al. (2018) reported similar results for golden grey mullet caught from the northeastern Mediterranean coast of Turkey in summer, winter, and spring. Özogul et al. (2009) also reported the same pattern for Golden grey mullet. This current study and the aforementioned studies are in good agreement.

The average levels of the EPA were higher than that of DHA in golden grey mullet in this study. Kucukgulmez et al. (2018) stated that the levels of the Golden grey mullet have the same stations in four seasons. Özogul et al. (2009) also reported the mean amount of the EPA was higher than that of DHA in golden grey mullet caught by trawlers in the Mediterranean Sea. Having higher amounts of EPA in polyunsaturated fatty acids could be one of the characteristic attributes of the golden grey mullets.

The ratio of n6/n3 and PUFA/SFA are some of the most important attributes from point of nutritional view. The ratio of n6/n3 of European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole used in this study was in the range of 0.24-0.77 which is lower than the maximum recommended level (recommended 4 at the highest). Additionally, the ratio of PUFA/SFA for all fish in this study was in the range of 0.24-0.77 and 0.70-1.36 which is higher than 0.45 (recommended as the lowest level). The ratio of

n6/n3 higher than 4 and the ratio of PUFA/SFA lower than 0.45 are not recommended by HMSO UK, (1994).

This study clearly shows that the ratio of n6/n3 and PUFA/SFA is in the safe range which knowledge was provided by health departments. Based on the data of this present study, the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole used in this current study are highly valuable sources of the fatty acids like EPA and DHA which should be added to the diet of the human nutrition to get benefits avoiding some diseases (Tsoupras et al, 2022; Nesheim et al, 2015; Perk et al, 2012; Kinsella et al, 1990). The taking of a sufficient amount of fish oil is recommended to get the health benefits the fish lipid can provide. Therefore, European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole used in this study relating to results of their biochemical components can be recommended to get that benefits to maintain healthier life.

## Conclusion

As a result, this study contains very important information that might be useful to consumers, producers, and scholars. Because these three economic fish species are affordable to many people around the region. Knowing biochemical components give an idea to people who are interested in this issue. The sea products have the ability to help out maintaining a healthy diet and readily available ones should be consumed to get nutritional benefits. The presented study gives this knowledge to people who want to learn biochemical aspects of the European pilchard, Golden grey mullet, and Common sole.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The author declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

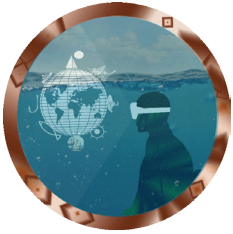
For this type of study, formal consent is not required.

## References

- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., Empis, J. M. & Christie, W. W. (1997). Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *Journal of Food Science*, 62(1): 40-42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04364.x>
- Bandarra, N. M., Marçalo, A., Cordeiro, A. R. & Pousão-Ferreira, P. (2018). Sardine (*Sardina pilchardus*) lipid composition: Does it change after one year in captivity?. *Food Chemistry*, 244: 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.147>
- Biton-Porsmoguer, S., Bou, R., Lloret, E., Alcaide, M. & Lloret, J. (2020). Fatty acid composition and parasitism of European sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) populations in the northern Catalan Sea in the context of changing environmental conditions. *Conservation Physiology*, 8(1): coaa121. <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa121>
- Demirci, A. & Şimşek, E. (2019). İskenderun Körfezi'nde balıkçılığa kapalı alanların incelenmesi ve olası deniz koruma alanlarının belirlenmesi. *V. International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2019)*, pp. 536-539.
- Demirci, A., Şimşek, E., Akar, Ö. & Demirci, S. (2019). Closed areas for fishing in the Iskenderun Bay and illegal fishing activities. *2<sup>nd</sup> International Congress on Engineering and Life Sciences*, Abstract and Proceeding Book, pp. 664-666.
- Duricic, I., Gojkovic, T., Antonijevic, B. & Sobajic, S. (2022). Lipid quality and health benefit of commonly consumed fresh water and sea water fish species in Serbian population. *Vojnosanitetski Pregled*, 79(1): 8-16. <https://doi.org/10.2298/VSP200212054D>



- Gökçe, M. A., Taşbozan, O., Çelik, M. & Tabakoğlu, Ş. S. (2004). Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88(3): 419-423. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.051>
- Guner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A. & Tufekci, M. (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(3): 337-342. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199811\)78:3<337::AID-JSFA122>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199811)78:3<337::AID-JSFA122>3.0.CO;2-A)
- HMSO, (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects no.46. London: HMSO.
- Hung, C. M. & Shaw, D. (2006). The impact of upstream catch and global warming on the grey mullet fishery in Taiwan: A non-cooperative game analysis. *Marine Resource Economics*, 21(3): 285-300. <https://doi.org/10.1086/mre.21.3.42629512>
- Kinsella, J. E., Broughton, K. S. & Whelan, J. W. (1990). Dietary unsaturated fatty acids: Interactions and possible needs in relation to eicosanoid synthesis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 1(3): 123-141. [https://doi.org/10.1016/0955-2863\(90\)90011-9](https://doi.org/10.1016/0955-2863(90)90011-9)
- Küçükgülmez, A., Yanar, Y., Çelik, M. & Ersor, B. (2018). Fatty acids profile, atherogenic, thrombogenic, and polyene lipid indices in golden grey mullet (*Liza aurata*) and gold band goatfish (*Upeneus moluccensis*) from Mediterranean Sea. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(8): 912-918. <https://doi.org/10.1080/10498850.2018.1508105>
- Lloret-Lloret, E., Albo-Puigserver, M., Giménez, J., Navarro, J., Pennino, M. G., Steenbeek, J., Bellido, J. M. & Coll, M. (2022). Small pelagic fish fitness relates to local environmental conditions and trophic variables. *Progress in Oceanography*, 202: 102745. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102745>
- Lubis, Z. & Buckle, K. A. (1990). Rancidity and lipid oxidation of dried-salted sardines. *International Journal of Food Science & Technology*, 25(3): 295-303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01085.x>
- Morais, S., Aragão, C., Cabrita, E., Conceição, L. E., Constenla, M., Costas, B., Dias, J., Duncan, N., Engrola, S., Estevez, A., Gisbert, E., Mañanós, E., Valente, Luísa M. P., Yúfera, M. & Dinis, M. T. (2016). New developments and biological insights into the farming of *Solea senegalensis* reinforcing its aquaculture potential. *Reviews in Aquaculture*, 8(3): 227-263. <https://doi.org/10.1111/raq.12091>
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*. 4<sup>th</sup> edn. John Wiley and Sons, Hoboken NJ, USA.
- Nesheim, M. C., Oria, M. & Yih, P. T. (2015). National Research Council; Institute of Medicine; Food and Nutrition Board; Board on Agriculture and Natural Resources. Committee on a Framework for Assessing the Health, Environmental, and Social Effects of the Food System. In *Dietary Recommendations for Fish Consumption*; The National Academies Press: Washington, DC, USA.
- Özogul, Y. & Özogul, F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry*, 100(4): 1634-1638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.047>
- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A. & Kuley, E. (2009) Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6): 464-475. <https://doi.org/10.1080/09637480701838175>
- Ozogul, Y., Polat, A., Uçak, İ. & Ozogul, F. (2011). Seasonal fat and fatty acids variations of seven marine fish species from the Mediterranean Sea. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(12): 1491-1498. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000554>
- Özyılmaz, A. & Palalı, B. (2014). Meat yields, lipid levels, and fatty acid components of some fish from Atatürk Dam Lake. *Aquaculture Studies*, 14(3): 29-36. <https://doi.org/10.17693/yunusae.v2014i21953.235724>
- Ozyilmaz, A., Demirci, A., Konuskan, D. B. & Demirci, S. (2017a). Macro minerals, micro minerals, heavy metal, fat, and fatty acid profiles of European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) caught by gillnet. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6): 272-275.
- Ozyilmaz, A., Demirci, S., Demirci, A., Şimşek, E. & Bozdogan Konuskan, D. (2017b). Tocopherol, mineral, heavy metal, lipid and fatty acid contents of shark sucker (*Echeneis naucrates*, Linnaeus 1758) caught by trawl. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6): 2167-2171.
- Ozyilmaz, A., Erguden Alagoz, S., Erguden, D., Ozeren, A. & Nadir Semerci, R. S. (2016). The proximate compositions, carbohydrate contents and energy values of three freshwater fish from Seyhan River in Adana/Turkey. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 1153-1155.
- Parma, L., Badiani, A., Bonaldo, A., Viroli, C., Farabegoli, F., Silvi, M., Bonvini, E., Pirini, M. & Gatta, P. P. (2019). Farmed and wild common sole (*Solea solea* L.): Comparative assessment of morphometric parameters, processing yields, selected nutritional traits and sensory profile. *Aquaculture*, 502: 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.029>
- Perk, J., De Backer, G., Gohlke, H., Graham, I., Reiner, Z., Verschuren, M., Albus, C., Benlian, P., Boysen, G. & Cifkova, R. (2012). European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *European Heart Journal*, 33(13): 1635-1701. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs092>
- Simat, V., Hamed, I., Petričević, S. & Bogdanović, T. (2020). Seasonal changes in free amino acid and fatty acid compositions of sardines, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792): implications for nutrition. *Foods*, 9(7): 867. <https://doi.org/10.3390/foods9070867>
- Şimşek, E., Demirci, A., Akar, Ö. & Demirci, S. (2019). Distortions in Eastern Mediterranean deep-sea fishery due to geopolitical instability and fishery pressures. *2<sup>nd</sup> International Congress on Engineering and Life Sciences*, Abstract and Proceeding Book, pp. 670-672.
- Tsoupras, A., Brummell, C., Kealy, C., Vitkaitis, K., Redfern, S. & Zabetakis, I. (2022). Cardio-protective properties and health benefits of fish lipid bioactives; The effects of thermal processing. *Marine Drugs*, 20(3): 187. <https://doi.org/10.3390/md20030187>
- Turan, C. (2016). Biogeography and distribution of Mugilidae in the Mediterranean and the Black Sea, and North-East Atlantic. In: Crosetti, D. & Blaber S. J. M. (eds.), *Biology, ecology and culture of grey mullets (Mugilidae)*. CRC Press, Boca Raton, London, New York. p. 116-127.
- Ulbricht, T.L.V. & Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, 338(8773): 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)



## Biyoyumak teknolojisinin Yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvalarının yetiştiricilik parametreleri üzerine etkileri

<sup>ID</sup> Türkan Tüfek<sup>1</sup>, <sup>ID</sup> Münevver Ayçe Genç<sup>1\*</sup>

\*Corresponding author: [mayce.genç@iste.edu.tr](mailto:mayce.genç@iste.edu.tr)

Received: 12.05.2022

Accepted: 28.05.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi,  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Merkez Kampüs, 31200, İskenderun,  
TÜRKİYE

<sup>2</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz  
Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,  
31200, İskenderun, TÜRKİYE

### Anahtar Kelimeler

*Penaeus semisulcatus*  
Postlarva  
Biyoyumak  
RAS  
Karides yetiştiriciliği

### ÖZET

Bu çalışmada yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları (başlangıç canlı ağırlıkları  $0,14 \pm 0,04$  g) kapalı devre yetiştiricilik sisteminde biyoyumak (BF) ve berrak su (BS) ortamlarında karşılaştırmalı olarak 54 gün süreyle büyütülmüşlerdir. Üç tekerrürlü iki grup olarak planlanan deneme  $\%35 \pm 0,5$  tuzlulukta, 45 L hacimli tanklarda yürütülmüştür. Su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen değerleri sırasıyla; BF grubu için  $27,02 \pm 0,33^\circ\text{C}$ ,  $7,65 \pm 0,08$ ,  $6,23 \pm 0,41$  mg/L ve BS grubu için  $27,05 \pm 0,24^\circ\text{C}$ ,  $7,57 \pm 0,11$ ,  $6,44 \pm 0,22$  mg/L olarak belirlenmiştir. Sonuç canlı ağırlık kazancı (BF:  $2,423 \pm 0,327$  g, BS:  $1,814 \pm 0,103$  g), spesifik büyüme oranı (BF:  $\%5,329 \pm 0,159$  g/gün, BS:  $\%4,845 \pm 0,085$  g/gün), yaşama oranı (BF:  $\%62,50 \pm 2,50$ , BS:  $\%51,67 \pm 5,20$ ) ve yem değerlendirme oranı (BF:  $2,12 \pm 0,23$ , BS:  $2,71 \pm 0,15$ ) bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Araştırma ile BF uygulamasının yeşil kaplan karidesi postlarvalarının yetiştiricilik parametrelerine ilk kez pozitif bir etkisi olduğu belirlenirken ( $p < 0,05$ ), besin madde bileşenleri ve hepatopankreas histomorfajileri arasında gruplar arasında farklılık olmadığı saptanmıştır.

## Effects of biofloc technology on rearing parameters of Green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) postlarvae

### ABSTRACT

In this study, green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus* postlarvae (initial body weight of  $0,14 \pm 0,04$  g), were grown in a recirculating aquaculture system in biofloc technology (BF) and clear water (BS) medium for 54 days. The experiment with two groups including three replications, was carried out in  $\%35 \pm 0,5$  salinity and 45 L volume tanks. Water temperature, pH, and dissolved oxygen values were measured as  $27.02 \pm 0.33^\circ\text{C}$ ,  $7.65 \pm 0.08$ ,  $6.23 \pm 0.41$  mg/L for the BF group and  $27.05 \pm 0.24^\circ\text{C}$ ,  $7.57 \pm 0.11$ ,  $6.44 \pm 0.22$  mg/L for the BS group, respectively. As a result, the differences between the groups were found to be significant in terms of body weight gain (BF:  $2,423 \pm 0.327$  g, BS:  $1.814 \pm 0.103$  g), specific growth rate (BF:  $5.329 \pm 0.159$  g/day, BS:  $4.845 \pm 0.085$  g/day), survival rate (BF:  $62.50 \pm 2.50\%$  BS:  $51.67 \pm 5.20\%$ ) and feed conversion rate (BF:  $2.12 \pm 0.23$ , BS:  $2.71 \pm 0.15$ ) ( $p < 0,05$ ). In conclusion, for the first time, BF application was compared with the BS; it was determined that biofloc application affected positively considering the aquaculture parameters of green tiger shrimp postlarvae. There was no significant difference between the groups in terms of nutrient components and hepatopancreas histomorphology.

### Keywords

*Penaeus semisulcatus*  
Postlarvae  
Biofloc  
RAS  
Shrimp culture

### Cite this article as

Tüfek, T. & Genç, M. A. (2022). Effects of biofloc technology on rearing parameters of Green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) postlarvae. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 77-83 (in Turkish)

## Giriş

Yoğun su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında özellikle optimum su kalitesi ihtiyacını sağlamak ve sürdürmek için büyük miktarlarda su yenilenmesine gereksinim duyulmaktadır (Saraswathy ve ark., 2015; Kaya ve ark., 2019a; 2019b). Doğal su kaynaklarının yetiştiricilikten kaynaklı kirlenmeye en düşük düzeyde maruz bırakılması gerektiği konusunda son yıllarda yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir. En az su değişimi koşullarında su ürünleri yetiştiriciliğini mümkün hale getirmek gelecekte suyun korunması çalışmalarına katkıda bulunmak açısından önemli görülmektedir. Su tasarrufu yapmak, yetiştiricilik sürecinde birden fazla ürün elde etmek, en az kimyasalla üretim yapmak, kalıntı bırakabilecek antibiyotikler gibi ilaçların kullanımını sınırlamak, organik yetiştiricilik ve entegre yetiştiricilik uygulanması son yıllarda çevre, bitki, hayvan ve dolayısıyla insan sağlığı açısından kıymet taşımaktadır. Özellikle kuluçkahane aşamalarında artık kapalı devre yetiştiricilik uygulamaları yaygın kabul görmüştür. Kapalı devre yetiştiricilik sistemleri (RAS) su kalitesini türe özgü istenilen aralıklarda tutmak için kaba, ince ve mikronluk filtreler, UV, biyolojik filtre ve ısıtma soğutma ekipmanlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu durum berrak su RAS düzeneğinde işletme giderlerinde artışa neden olmaktadır (Otoshi ve ark., 2003; Yang ve ark., 2010; Ebeling ve Timmons, 2012; Kaya ve ark., 2020). Bu artışa rağmen yetiştirilen ürünlerin sağlık parametrelerini doğrudan etkileyen çevresel parametrelerin düzenlenmesi ekonomik açıdan önemli görülmektedir.

Tarımın diğer alanlarında olduğu gibi yoğun üretim koşullarında yetiştiricilik veriminin sağlanması için ilaç ve kimyasallara başvurulması kaçınılmaz bir durumdur. Artan besin maddesi ihtiyacını karşılamak için kullanılan kimyasalların organizmanın vücudundan atılmasına fırsat tanımadan hızla pazara ürün sunulması, yetiştiricinin pratikte her zaman üçüncü taraflarca süreç ve nihai ürün bakımından izlenememesi sonucunda gıda etiğine aykırılık oluşturacağı öngörülen uygulamaların engellenememesi durumu ile karşı karşıya kalındığı da bir gerçektir. Yetiştiricinin eğitimi, yetiştirdiği ürünün biyolojisini bilme düzeyi ve etik yaklaşımı ile sorumluluk duygusu ve bilinci yetiştirilen ürünün güvenilirliğini şekillendirmektedir. Bu bilinç de tüketicide güven oluşturmaktadır. Biz bu etik üretim yaklaşımını sorumlu yetiştiricilik uygulamaları olarak bütüncül bir biçimde ifade etmekteyiz. Bu yaklaşım su ürünleri yetiştiriciliği teknikleri içerisinde son 10-15 yıldır klasik yetiştiriciliğe alternatif oluşturması bakımından tartışılmaktadır. Yeni üretim teknikleri arasında yer alan biyoyumak teknolojisinde antibiyotik ve diğer kimyasal dezenfektan maddeler kullanılmadan üretim gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Bu da tüketim için sunulan gıdanın güvenliğini sağlamada en etkin yetiştiricilik yöntemlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Yeni üretim tekniklerinin hızla yaygınlaşmasının önündeki engellerin kaldırılması öncelikle yetiştirilen türün yeni teknikle üretim başarısının ortaya bilimsel verilerle konulmasından geçmektedir.

Son yıllarda oldukça ilgi gören bu tekniklerden biri de biyoyumak teknolojisidir. Biyoyumak teknolojisinde (BF) sıfır veya sıfıra yakın su değişimi koşulları uygulanmaktadır. RAS ortamında

haftalık %7-15 aralığında gerek duyulan su yenilemesi oranı BF uygulamasında haftalık maksimum %1 seviyesine kadar gerilemektedir. BF teknolojisi ortamdaki karbon ve azotun dengelenmesine dayanmaktadır (Dauda, 2020). Bu dengeleme, tüketilen yemdeki protein oranı ve dolayısıyla azot miktarının yaklaşık hesabına dayanmaktadır. Sindirim işlevleri sonrası balıklar tükettikleri yemdeki proteinin sahip olduğu azotun yaklaşık %70'ini, eklembacaklılar ise %80'ine yakını atık olarak bırakmaktadır. Bu düzeydeki azotlu atıklar su kalitesini önemli ölçüde bozduğu için uzaklaştırılmaları gerekmektedir. BF teknolojisinde azotlu atıkların uzaklaştırılma sürecinde balık ve eklembacaklıların dermal ve sindirim kanalı mikrobiyotalarında doğal olarak bulunan heterotrofik bakterilerden yararlanılmaktadır. Oksijenli ortamda uygun karbon varlığında azotlu atıkları bakteri kütlelerine dönüştürmeye dayanan bu uygulamada, ortamdaki su kalitesine olumsuz etkisi olan sucül organizmalar için toksik etki gösteren amonyaklı bileşiklerin balık ve eklembacaklılar için ek bir besin kaynağına dönüşmesi mümkün olmaktadır (Azim ve Little, 2008; Ray ve ark., 2009). Bakterilerin kümeler halinde askıda katı maddelere tutunmasıyla oluşan gözle görülebilir yumak ve suda tüketilebilir nitelikteki protozoan ve nematod varlığı canlılar için değerlendirilebilen ek bir besin haline gelmektedir. BF teknolojisi sıcak ve ılık suda günlük en az 22 saat havalandırma ve karıştırmanın uygulandığı koşullarda su kalitesini koruma, yemden tasarruf sağlama ve bağışıklık sistemini indüklemeye özelliği ile dikkati çekmektedir. Özellikle tatlı sularda tilapya, sazan, japon balığı ve kerevit gibi omnivor, karabalık gibi karnivor türlerin üretiminde başarıyla uygulanan BF teknolojisi (Ekasari ve Maryam, 2012; Wang ve ark., 2016; Putra, 2017; Bakhshi ve ark., 2018; Azhar ve ark., 2020; Haghparast ve ark., 2020) deniz suyunda ise yaygın olarak karides yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Karides gibi heterojen büyüme yanında kanibalistik özellik gösteren türün yetiştiriciliğinde yetiştiricilik verimini, yaşama ve büyüme oranları ile artırması bakımından BF tercih edilmeye başlanmıştır. Büyüme türün sağlık koşullarının sürdürülmesi ile mümkün olmaktadır (Kaya ve ark., 2020). Karidesin de içinde bulunduğu eklembacaklılarda bağışıklığın sürekli uyarılması önemlidir. Çünkü bu grup canlılarda sonradan kazanılan bağışıklığın fizyolojik olarak yaygın olmadığı bilinmektedir. BF uygulamasının heterotrofik mikroorganizmalarca zengin oluşu probiyotik mikroorganizmaların gelişimine ve patojen mikroorganizmaların sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Sınırlı ve zayıf patojen varlığı yanında probiyotik organizma varlığının bağışıklığı sürekli uyardığı ortaya konulmuştur. Bu da yetiştirilen türün sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Kumar ve ark., 2017; Legarda ve ark., 2019). Biyoyumak teknolojisi günümüzde kültür sistemlerinde minimum veya sıfır su değişimi ile uygulanmaktadır. Ayrıca, kültüre alınan türler için BF teknolojisi ile tüm atıkları geri dönüştürerek yem tüketimini azaltmak mümkündür (Kaya ve Genç, 2018).

Bu araştırmada Yeşil kaplan karidesi potlarvaları kapalı devre yetiştiricilik sisteminde berrak su ve biyoyumak ortamında karşılaştırmalı olarak yetiştiriciliğe alınarak 54 gün boyunca büyütülmüşlerdir. Araştırma ile ilk kez biyoyumak ortamının Yeşil kaplan karidesi postlarva yetiştiriciliğinde uygulanabilirliğinin test edilmesi amaçlanmıştır.



## Materyal ve Yöntem

### Canlı materyal, postlarva eldesi, deneme yeri ve düzeni

Araştırmada başlangıç canlı ağırlığı  $0,14 \pm 0,04$  g olan yeşil kaplan karidesi (*Penaeus semisulcatus*) postlarvaları kullanılmıştır. Postlarvaların elde edilmesi için İskenderun Körfezi Büyükdere mevki, Arsuz ( $36^{\circ}33'48.3''N$ ,  $36^{\circ}00'27.5''E$ - $36^{\circ}36'55.4''N$ ,  $35^{\circ}56'30.8''E$ ) kıyısında küçük ölçekli balıkçılık faaliyeti sürdüren avcılardan yumurta olgunluğu gösteren Yeşil kaplan karidesi anaçları deniz suyu bulunan strafor kaplar içerisinde canlı olarak karaya çıkartıldıkları yerde satın alınmışlardır. Temin edilen yumurtalı üç adet karides anaçı şarjlı hava motoru ile havalandırma uygulanmış 50 L hacimli taşıma tankı ile İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Araştırma Ünitesi'ne taşınmıştır. Anaçlar üniteye getirildikleri günün gece yarısı (saat 24:00) yumurtlamaya teşvik edilmişlerdir. Bu işlem için anaçların her biri 100 L hacminde %38 tuzlulukta deniz suyu (UV ile sterilize edilmiş) ile doldurulmuş ve hava taşı ile havalandırma uygulanan kovalar içerisine yerleştirilmiştir. Yumurtlama kovalarının üzerine kapak kapatılarak karanlık ortam oluşturulmuştur. Sabaha karşı saat 02:00-03:00 saatleri arasında anaçların yumurtladıkları belirlenmiştir. Yumurtadan çıkan larvalar postlarva aşamasına gelene kadar 500 L hacimli tanklarda beslemeye alınmışlardır. Larva beslemede protokole uygun olarak ortama önce canlı mikroalg uygulaması yapılmış altıncı günden itibaren de günlük olarak yeni açtırılmış *Artemia* sp. naupli ve sonra da mikro-yem verilmiştir. Postlarvalar deneme ortamına nakil için sürekli havalandırma düzeneğine sahip olan 75 L hacimli taşıma tankına alınmışlardır. Taşıma esnasında 40 L doğal deniz suyu (%38) ve 35 L de yapay deniz suyu (%35) kullanılmış, postlarvalar denemenin gerçekleşeceği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ne yedi saat içerisinde kayıp olmaksızın transfer edilmişlerdir. Ünite 200 L hacimli tanka stoklanarak  $35 \pm 1$  tuzluluk ve  $27 \pm 1^{\circ}C$  su sıcaklığı koşullarında 12 saat aydınlık 12 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında 5 gün süreyle uyumları gerçekleştirilmiştir. Deneme aynı özelliklerde biyoyumak (BF) ve berrak su (BS) koşullarına sahip iki ayrı kapalı devre yetiştiricilik (RAS) sisteminde aynı su sıcaklığı, tuzluluğu ve aydınlık-karanlık koşulları sürdürülerek gerçekleştirilmiştir. Bu deneme için her iki sistemde de bulunan tanklardan üçer tanesi (45 L kapasiteli, 60x40x19 cm, 0,24 m<sup>2</sup>) kullanılmıştır. Biyoyumak teknolojisinin uygulandığı RAS ortamında karideslerin büyüme ve gelişimi için gerekli olan sıcaklık ve oksijen miktarını karşılayabilmek amacıyla termostatlı ısıtıcı ve hava motoru kullanılmıştır. Berrak su koşullarının sağlandığı RAS ortamında ise ısıtıcı ve havalandırma dışında filtrasyon düzeneği (kaba, ince filtre, biyo-sünger, biyo-elyaf, biyo-ball) ve protein uzaklaştırıcıdan yararlanılmıştır. Denemenin yürütüleceği ortamda üç gün süreyle kademeli olarak doğal deniz suyundan yapay deniz suyuna geçişleri gerçekleştirilen postlarvalar başlangıç canlı ağırlıkları ölçüldükten ( $0,14 \pm 0,04$  g) sonra deneme düzeneğine alınmışlardır.

### Deneme yemi

Yem önceki çalışmalarda eklembacaklılar ve karidesler için önerilen formülasyonlar üzerinden (besin madde bileşen analiz

sonucuna göre %38 ham proteinli) proje kapsamında üretilmiştir (NRC, 2011). Rasyona katılan hammaddeler ince un haline getirildikten sonra laboratuvar tipi mikserde hamur kıvamına kadar distile su eklenmiş oda sıcaklığında pelet (1 mm çap, 3 mm boy) formuna getirilmiş, jelatinize olması için otoklavlanmış (1 atmosfer basınç, 20 dk.) ve fanlı bir etüvde (8 saat, 40°C) kurutulmuştur.

### Su kalite parametrelerinin ölçümü ve biyoyumak oluşumu

Deneme süresince günlük olarak su sıcaklığı, tuzluluk, pH ve çözülmüş oksijen değerleri optimum seviyelerin korunması için ölçülmüştür (YSI® 556, YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA). Askıda biyoyumak miktarının sistem için önerilen 10-20 mL/L aralığında tutulması için İmhoff hunisi kullanılarak günlük takip yapılmıştır. Bu oranının üzerine çıkılması halinde askıda biyoyumak miktarının azaltılması için plankton ağı ile fazla kısım süzümüştür. Ayrıca beş günlük aralıklarla alınan su örneklerinden toplam amonyak, nitrat ve nitrit, düzeyleri fotometrik (Hanna, HI801-01 iris Visible Spectrophotometer) yöntemle belirlenmiştir. Biyoyumak, ünite 200 L'lik havalandırılmalı tanka 20 adet büyük karides (~6-8 g) yerleştirilerek ( $35 \pm 1$  tuzluluk ve  $27 \pm 1^{\circ}C$  su sıcaklığında) deneme başlamadan önce üretilmiştir. Elde edilen biyoyumak, denemenin yapıldığı gruplara ait kapalı sistemdeki tanklara %10 oranında aşılacaktır. Biyoyumakın devamlılığını sağlamak için havalandırılmalı ve su sirkülasyonlu koşullarda (~4 L/dakika su akışı) günlük %10 yemleme oranında ve %38 proteinli deneme yemi üzerinden hesaplama yapılmıştır. BF ortamı için Karbon/Azot (K/A) oranı yaklaşık 15 olacak şekilde ayarlanmış ve hesaplanan melas (şeker pancarı atık ürünü, %50 karbon, Ankara Şeker Fabrikası) karbon kaynağı olarak BF sistemine günlük olarak eritilerek eklenmiştir (Avnimelec, 2009; Samocha, 2019; Kaya ve ark., 2020).

### Yetiştiricilik parametreleri

İki ayrı ortamın (biyoyumak: BF ve berrak su: BS) yetiştiricilik parametrelerine etkisinin karşılaştırılmasına dayanan deneme iki grup ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Tanklara 40'ar adet postlarva stoklanmış ve 54 gün süreyle besleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Denemede postlarvalara günlük vücut ağırlığının %10'u oranında eklembacaklıların ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanmış olan %38 ham protein içeriğine sahip yem verilmiştir. Yemleme günlük olarak üç eşit miktarda sabah 08:00, 13:00 ve 18:00 saatlerinde yapılmıştır. 12 saat aydınlık 12 saat karanlık periyot oluşturacak şekilde 07:00-19:00 saatleri arasında ışıklandırma uygulanmıştır. Deneme süresince postlarvalar 18 günde bir her bir tekerrürden beşer adet olmak üzere büyüme düzeylerinin belirlenebilmesi için örneklenmişlerdir. Yetiştiricilik parametrelerinin belirlenmesinde aşağıda sunulan formüllerden yararlanılmıştır.

Canlı ağırlık kazancı (g) = son canlı ağırlık- başlangıç canlı ağırlık  
Günlük canlı ağırlık kazancı (g/gün) = (son canlı ağırlık- başlangıç canlı ağırlık) / süre (gün)

Spesifik büyüme oranı (%g/gün) = ((ln son canlı ağırlık - ln başlangıç canlı ağırlık) / gün) x 100



Yaşama oranı (%) = (son karides sayısı - başlangıç karides sayısı) / 100

Yem değerlendirme oranı = tüketilen toplam yem / toplam canlı ağırlık kazancı

### Besin madde bileşen analizleri yöntemi

Karideslerin besin madde bileşen analizleri AOAC (2000) standart protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre örnekler tartıldıktan sonra fanlı etüvde sabit ağırlığa gelene kadar (105°C) kurutulmuştur. Ham protein içeriği Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Örnekler (0,5 g), Kjeldahl tüpleri içerisine yerleştirilmiş, tüpler içerisine 1 adet Kjeldahl katalizör tableti ve 15 mL sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) eklenmiştir. Kuru örneklerdeki protein yüzdesi aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Formülde; 0,1 = HCl mol olarak değerini, 14,007 = Nitrojenin molekül kütlesi ve 6,25 = örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayıdır). Örneklerin yağ içeriği otomatik yağ tayin cihazında soksalet ekstrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Ham kül içeriğinin saptanması için 500 mg kuru örnek tartılmış ve bir porselen kroze içerisinde 525°C'de 8 saat yakma işlemine tabii tutulmuştur. Porselen kapların ağırlık değişimine dayanarak örneğin kül içeriği belirlenmiştir. Analizler için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

%Nem = (kuru örnek, g - yaş örnek, g) / (yaş örnek, g) x 100

%Ham protein = [(titrasyonda harcanan- kör örnek x 0,1 x 14,007 x 6,25) / örnek, g] x 100

%Ham yağ = (yağ balonunda biriken yağ miktarı / örnek, g) x 100

%Ham kül içeriği = [(ilk kroze, g -son kroze, g) / örnek, g] x 100

### Hepatopankreas histomorfolojisi

Kimyasal anestezi uygulanmaksızın buzlu suyun içinde paralize edilen karideslerin karapaksları kaldırılarak hepatopankreas dokuları (pens ve makas yardımıyla etiketlenmiş doku takip kasetlerine (1/20 oranında fiksatif ve %10 tamponlu formaldehit içerisine) 48 süreyle alınmıştır. Dehidrasyon, şeffaflaştırma ve parafine gömme işlemi takiben mikrotom (Thermo Shandon) ile alınan kesitler (5 µm) deparafinizasyon, hidrasyon aşamalarından sonra hematoksilin ve eosin ile boyanmıştır. Kesitlerden trinoküler ışık mikroskopuyla (CM40 Leica) mikrofotograflar (MicroCam) kaydedilmiştir (Luna, 1968; Genç ve ark., 2007; Kaya ve Genç, 2018; Vogt, 2019).

### İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler SPSS (17.0.) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. BF ve BS koşullarında yetiştirilen postlarvaların yetiştiricilik, su kalitesi ve besin madde bileşen verileri arasındaki farklılıklar T-testi ile analiz edilmiştir. Tüm testler için %5 α anlamlılık düzeyi kullanılmıştır (p<0,05).

### Bulgular ve Tartışma

#### Su kalitesi parametreleri

Deneme süresince su sıcaklığı biyoyumak (BF) grubunda

27,02±0,33°C, berrak su (BS) grubunda 27,05±0,24°C, pH sırasıyla 7,65±0,08 ve 7,57±0,11, çözülmüş oksijen 6,23±0,41 mg/L ve 6,44±0,22 mg/L, tuzluluk ise her iki grup için %35±0,5 olarak ölçülmüştür. BF ve BS gruplarına ait toplam amonyak, nitrat ve nitrit bileşiklerinin düzeyleri beşer günlük analiz sonuçlarının ortalamaları üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre sırasıyla BF ve BS gruplarına ait toplam amonyak azotu düzeyi 0,29±0,24 mg/L ve 0,21±0,12 mg/L, nitrat; 11,43±2,70 mg/L ve 20,54±2,43 mg/L, nitrit ise 0,06±0,01 mg/L ve 0,13±0,01 mg/L olarak kaydedilmiştir. Su kalite parametrelerinin karides yetiştiriciliği uygulamaları için Emerenciano ve ark. (2012) ve Xu ve ark. (2013) tarafından rapor edilen referans değerler aralığında olduğu belirlenmiştir.

Su sıcaklığı ve sudaki pH düzeyinin artışıyla doğru orantılı olarak amonyum (NH<sub>4</sub>) ve amonyak (NH<sub>3</sub>) düzeylerinin dengesi özellikle toksik form olan amonyak azotu yönünde artabilir. Bu esnada düşük çözülmüş oksijen miktarı amonyağın toksitesini arttıran bir diğer unsur olarak denkleme eklenir. İki farklı RAS ortamında da yüksek sıcaklık ve sınırlı pH değerleri oluşturulmasına karşın berrak su sisteminde uygulanan filtrasyonun toplam amonyak azotu değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Nitrit, sularda nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinin bir ara ürünü olduğundan; amonyak ve nitrate göre daha düşük oranlarda bulunması normaldir (Chen ve ark., 2018). Özellikle BF grubunda izlenen düşük nitrat ve nitrit değerleri mikroorganizma faaliyetinin etkisi olarak değerlendirilmiştir. BS ortamının oluşturulduğu RAS düzeneğinde diğer çevresel parametrelerin optimizasyonu ile birlikte azot döngüsü bakımından stabilizasyon gerçekleştirilmesi mümkündür (Hargreaves, 2013). BS-RAS düzeneğinin aksine düşük kurulum maliyetine sahip olan BF sistemi ekipmanca sınırlı olsa da oluşturduğu mikrobiyal yumakların yem kaynağı olarak değerlendirilmesi ve azotlu bileşikler bertaraf etmesi önemli bir avantaj yaratmaktadır (Avnimelech, 2012; Emerenciano ve ark., 2017; Ray ve ark., 2017). Mevcut çalışmamızda ölçülen amonyak ve nitrat düzeyleri Tierney ve Ray (2018) tarafından pasifik beyaz karidesinin BF ve BS sistemlerindeki yetiştiriciliğinde belirlenen düzeylere benzer bulunsu da nitrit düzeyi bakımından düşük ve farklı bulunmuştur.

#### Yetiştiricilik parametreleri

Yetiştiricilik verimi bakımından postlarva aşamasından itibaren yeşil kaplan karidesinin BF ortamında istatistiki açıdan anlamlı iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (p<0,05). Yetiştiricilik parametrelerine ilişkin bulgular Tablo1'de verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar farklı penaeid türleri üzerinde yapılmış önceki çalışmaların bulgularıyla benzer bulunmuştur (Emerenciano ve ark., 2012; Xu ve ark., 2013).

#### Besin madde bileşen analiz sonuçları

Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının besin madde bileşen oranlarına ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Karides postlarvalarının farklı sistemlerde büyütülmesinin besin madde bileşenleri üzerinde istatistiki açıdan herhangi bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Bulgular önceki araştırmacıların karidesin biyumak ve berraksu koşullarındaki yetiştiricilik

bulgularıyla uyumludur (Kim ve ark., 2014; Kaya ve ark., 2019b; Kaya ve ark., 2020; Kasan ve ark., 2021).

**Tablo 1.** BF ve BS koşullarında yetiştirilen postlarvaların yetiştiricilik performansı

**Table 1.** Culture performance of postlarvae grown under BF and BS conditions

	BF	BS
Başlangıç canlı ağırlık: BA (g)	0,144±0,044	0,143±0,046
Sonuç canlı ağırlık: SA (g)	2,257±0,735 <sup>a</sup>	1,957±0,579 <sup>b</sup>
Canlı ağırlık kazancı: CAK (g)	2,423±0,327 <sup>a</sup>	1,814±0,103 <sup>b</sup>
Günlük canlı ağırlık kazancı: CAK (g)	0,045±0,006 <sup>a</sup>	0,034±0,002 <sup>b</sup>
Spesifik büyüme oranı: SBO (% g/gün)	5,329±0,159 <sup>a</sup>	4,845±0,085 <sup>b</sup>
Yaşama oranı: YO (%)	62,50±2,50 <sup>a</sup>	51,67±5,20 <sup>b</sup>
Yem değerlendirme oranı: YDO (g)	2,12±0,23 <sup>a</sup>	2,71±0,15 <sup>b</sup>

Satırlardaki farklı üssel harfler farklılığın ( $p<0,05$ ) istatistikî açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir (BF: biyoyumak ortamı, BS: berrak su ortamı, BA: başlangıç ağırlığı, SA: sonuç ağırlığı, CAK: canlı ağırlık kazancı, GCAK: günlük canlı ağırlık kazancı, SBO: spesifik büyüme oranı, YDO: yem değerlendirme oranı, YO: yaşama oranı)

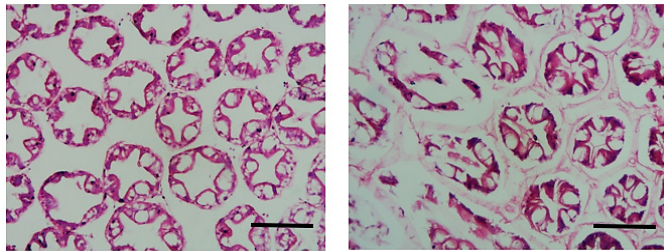
**Tablo 2.** Yeşil kaplan karidesi postlarvalarının deneme sonu tüm vücut besin madde bileşen analizi (% , yaş ağırlık üzerinden)

**Table 2.** Whole body proximate analysis of green tiger shrimp postlarvae at the end of the trial (% , on wet weight)

Bileşenler	Biyoyumak	Berrak su
Nem	76,78±0,47	76,76±0,60
Ham protein	16,33±0,65	16,25±0,71
Ham yağ	1,32±0,10	1,53±0,14
Ham kül	3,60±0,13	3,64±0,05

## Hepatopankreas histomorfolojisi sonuçları

Eklembacaklılarda sindirim bezlerini içeren ve bağırsak divertikülünden oluşan hepatopankreasın ana işlevi sindirim enzimleri üretmek, lipitler ile besinleri emmek ve depolamaktır (Johnson, 1980; Genç ve ark., 2007). Karideslerde sindirim fizyolojisine ilişkin önceki çalışmalara göre hepatopankreas dokusundaki emilim; lipoprotein metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır. Hepatopankreas histomorfolojisi karides rasyonlarının besin değerini izlemek için kullanılmaktadır. Değişken olarak test edilen ve suda bulunan biyoyumağın besin olarak kullanılmasının hepatopankreas morfolojilerinde bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Önceki araştırmacıların bulguları ile uyumlu bir şekilde normal histomorfolojide lipid vakuoller izlenmiştir (Luna, 1968; Genç ve ark., 2007; Kaya ve ark., 2019a; 2019b; Vogt, 2019).



**Şekil 1.** Kapalı devre sirkülasyon sisteminde BF ve BS koşullarında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvalarına ait hepatopankreas histolojik kesitlerinde normal lipit vakuoller (H&E, bar: 100 µm)

**Figure 1.** Normal lipid vacuoles (H&E, bar: 100 µm) in hepatopankreas histological sections of green tiger shrimp postlarvae grown under BF and BS conditions in recirculating aquaculture system

## Sonuç

Bu çalışmada Biyoyumak ve Berrak Su koşullarına sahip RAS ortamında yetiştirilen yeşil kaplan karidesi postlarvaları; eklembacaklılar için önerilen formülasyona uygun olarak hazırlanmış olan yem ile 54 gün boyunca beslenmişlerdir. Araştırma sonunda BF ortamının yetiştiricilik parametrelerine etkisi önemli düzeyde iyi bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Su kalite parametreleri bakımından elde edilen sonuçlar; filtrasyon uygulanmaksızın karbon ve azotun dengelenmesine dayanan biyoyumak teknolojisinde de 24 saat havalandırma koşullarının sağlanması halinde gelişen heterotrofik bakteri topluluğunun amonyak azotunu, nitrat ve nitrite indirgediğini göstermiştir. Dolayısıyla BS ortamına sahip RAS düzeneğine göre daha düşük maliyetle BF ortamında da benzer bir toplam amonyak düzeyinin korunduğu izlenmiştir. Bu çalışma kapsamında BF sisteminin başlatılması, düzene girmesi ve sürdürülebilmesi için günlük olarak yoğun bir işgücü gerekse de BF uygulamasının BS ortamına göre daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. Araştırma ile biyoyumak uygulamasının yeşil kaplan karidesi yetiştiriciliğinin postlarva aşamasında büyüme yem değerlendirme ve yaşama oranlarını pozitif yönde etkilediği dolayısıyla biyoyumak ortamında daha ekonomik bir yetiştiricilik yapılabileceği ortaya konulmuştur.

## Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. M. Ayçe GENÇ danışmanlığında Türkan TÜFEK tarafından yapılan Yüksek Lisans tezinin makalesidir. Tezin deneme aşaması TÜBİTAK projesi (1210713 nolu) kapsamında biyoyumak teknolojisi uygulamaları için bir ön çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Denemeye katkılarından dolayı Ercüment GENÇ (Prof. Dr., Ankara Üniversitesi), Mursal Abdulkadir HERSİ ve Ahmet GÜRLER'e teşekkür ederiz.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

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

## Kaynaklar

- AOAC, (2000). Official methods of analysis of AOAC international (17<sup>th</sup> ed.). Maryland: AOAC International.
- Avnimelech, Y. (2009). Biofloc technology: a practical guidebook. The World Aquaculture Society.
- Avnimelech, Y. (2012). Biofloc-based aquaculture systems. Aquaculture Production Systems. New Delhi, India.
- Azhar, M. H., Suciyo, S., Budi, D. S., Ulkhaq, M. F., Anugrahwati, M. & Ekasari, J. (2020). Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon-nitrogen ratios. *Aquaculture International*, 28: 1293-1304. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
- Azim, M. E. & Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4): 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>
- Bakhshi, F., Najdegerami, E. H., Manaffar, R., Tokmechi, A., Farah, K. R. & Jalali, A. S. (2018). Growth performance, haematology, antioxidant status, immune response and histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fed biofloc grown on different carbon sources. *Aquaculture Research*, 49: 393-403. <https://doi.org/10.1111/are.13469>
- Chen, Z., Ge, H., Chang, Z., Song, X., Zhao, F. & Li, J. (2018). Nitrogen budget in recirculating aquaculture and water exchange systems for culturing *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Ocean University of China*, 17(4): 905-912. <https://doi.org/10.1007/s11802-018-3584-9>
- Dauda, A. B. (2020). Biofloc technology: a review on the microbial interactions, operational parameters and implications to disease and health management of cultured aquatic animals. *Reviews in Aquaculture*, 12(2): 1193-1210. <https://doi.org/10.1111/raq.12379>
- Ebeling, J. M. & Timmons, M. B. (2012). Recirculating aquaculture systems. *Aquaculture Production Systems*, 1:245-277. <https://doi.org/10.1002/9781118250105>
- Ekasari, J. & Maryam, S., (2012). Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of Red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *HAYATI Journal of Biosciences*, 19(2): 73-80. <https://doi.org/10.4308/hjb.19.2.73>
- Emerenciano, M. G. C., Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M. & Miranda-Baeza, A. (2017). Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. *Water quality*, 5: 92-109. <https://doi.org/10.5772/66416>
- Emerenciano, M., Ballester, E. L., Cavalli, R. O. & Wasielesky, W. (2012). Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research*, 43(3): 447-457. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x>
- Genç, M. A., Aktas, M., Genç, E. & Yılmaz, E. (2007). Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, 13(2):156-161. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00469.x>
- Haghparast, M. M., Alishahi, M., Ghorbanpour, M. & Shahriari, A. (2020). Evaluation of hemato-immunological parameters and stress indicators of common carp (*Cyprinus carpio*) in different C/N ratio of biofloc system. *Aquaculture International*, 28: 2191-2206. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00578-1>
- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture 4503: 1-11. Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center.
- Johnson, P. T. (1980). *Histology of the Blue Crab, Callinectes sapidus: A model for the Decapoda*. Praeger, New York.
- Kasan, N. A., Manan, H., Ismail, T. I. T., Salam, A. I. A., Rahim, A. I. A., Kamarruzan, A. S., Ishak, A. N., Deraman, S., Nasrin, Z., Chik, C. E. N. C. E., Hashim, N. F. C. & Iber, B. T. (2021). Effect of Biofloc product-Rapid BFTTM vs. clear water system in improving the water quality and growth performances of Pacific Whiteleg shrimp, *P. vannamei*, cultured in indoor aquaculture system. *Aquaculture Research*, 52(12): 6504-6513. <https://doi.org/10.1111/are.15519>
- Kaya, D. & Genç, E. (2018). Su ürünleri yetiştiriciliğinde biyoyumak teknolojisi. *Su Ürünleri Dergisi*, 35(2): 219-225. <https://doi.org/10.12714/egeifas.2018.35.2.16>
- Kaya, D., Genç, E., Genç, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T. & Guroy, D. (2020). Biofloc technology in recirculating aquaculture system as a culture model for green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus*: Effects of different feeding rates and stocking densities. *Aquaculture*, 528: 735526. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735526>
- Kaya, D., Genç, M. A., Aktas, M., Yavuzcan, H., Özmen, O. & Genç, E. (2019a). Effect of biofloc technology on growth of Speckled shrimp, *Metapenaeus monoceros* (Fabricius) in different feeding regimes. *Aquaculture Research*, 50(10): 2760-2768. <https://doi.org/10.1111/are.14228>
- Kaya, D., Genç, M. A., Aktas, M., Eroldogan, O. T., Aydin, F. G. & Genç, E. (2019b). Effects of Biofloc Technology (BFT) on growth of Speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros*). *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4):491-497. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.441745>
- Kim, S. K., Pang, Z., Seo, H. C., Cho Y. R., Samocha, T. & Jang I. K. (2014). Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Research*, 45(2): 362-371. <https://doi.org/10.1111/are.12319>
- Kumar, S., Anand, P. S. S., De, D., Deo, A. D., Ghoshal, T. K., Sundaray, J. K., Ponniah, A. G., Jithendran, K. P., Raja, R. A., Biswas G. & Lalitha, N. (2017). Effects of biofloc under different carbon sources and protein levels on water quality, growth performance and immune responses in black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1978). *Aquaculture Research*, 48(3): 1168-1182. <https://doi.org/10.1111/are.12958>
- Legarda, E. C., Poli, M. A., Martins, M. A., Pereira, S. A., Martins M. L., Machado C., Lorenzo, M. A. D. & Vieira, F. D. N. (2019). Integrated recirculating aquaculture system for mullet and shrimp using biofloc technology. *Aquaculture*, 512: 734308. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734308>
- Luna, G. L. (1968). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3<sup>rd</sup> ed. (p. 32-34). New York: McGraw Hill Book.
- NRC (National Research Council), (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. National academies press.
- Otoshi, C. A., Arce, S. M., & Moss, S. M. (2003). Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond. *Aquacultural Engineering*, 29(3-4): 93-107. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(03\)00048-7](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(03)00048-7)
- Putra, I., Rusliadi, R., Fauzi, M., Tang, U. M. & Muchlisin, Z. A. (2017). Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic. *F1000Research*, 6:1545. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12438.1>
- Ray, A. J., Drury, T. H. & Cecil, A. (2017). Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional

- contributions estimated using stable isotopes. *Aquacultural Engineering*, 77: 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.02.002>
- Ray, A. J., Shuler, A. J., Leffler, J. W. & Browdy, C. L. (2009). *Microbial ecology and management of biofloc systems*. The rising tide. Proceedings of the special session on sustainable shrimp farming. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, p. 255-266.
- Samocho, T. M. (2019). *Sustainable biofloc systems for marine shrimp*. Academic Press.
- Saraswathy, R., Muralidhar, M., Sundaray, J. K., Lalitha, N. & Kumararaja, P. (2015). *Water quality management in fish hatchery and grow-out systems*. In *Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture* (p. 217-225). Springer, New Delhi.
- Tierney, T. W., & Ray, A. J. (2018). Comparing biofloc, clear-water, and hybrid nursery systems (Part I): Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and stable isotope dynamics. *Aquacultural Engineering*, 82: 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.06.002>
- Xu, W. L., Pan, L. Q. Sun, X. H. & Huang, J. 2013. Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture Research*, 44(7): 1093-1102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03115.x>
- Vogt, G. (2019). Functional cytology of the hepatopancreas of decapod crustaceans. *Journal of Morphology*, 280(9): 1405-1444. <https://doi.org/10.1002/jmor.21040>
- Wang, C., Pan, L., Zhang, K., Xu, W., Zhao, D. & Mei, L. (2016). Effects of different carbon sources addition on nutrition composition and extracellular enzymes activity of bioflocs, and digestive enzymes activity and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in zero-exchange culture tanks. *Aquaculture Research*, 47(10): 3307-3318. <https://doi.org/10.1111/are.12784>
- Yang, J., Ni, Q., Zhang, Y. & Xu, B. (2010). Construction technology on RAS for shrimp culture. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 26(8): 136-140.





## Impacts, awareness and management of lionfish envenomation in coasts of Turkey

<sup>ID</sup> Raziye Tanrıverdi<sup>1\*</sup>, <sup>ID</sup> Mehmet Gökoğlu<sup>1</sup>

\*Corresponding author: [rtanriverdi@sg.gov.tr](mailto:rtanriverdi@sg.gov.tr)

Received: 14.04.2022

Accepted: 29.05.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>Coast Guard Antalya Group Command, Turkish Coast Guard Command, 07070 Sarısu, Konyaaltı, Antalya, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Akdeniz University, Kampus, 07049, Antalya, TÜRKİYE

### Keywords

Removal efforts  
Invasive species  
*Pterois* sp.  
Turkey  
Mediterranean Sea

### ABSTRACT

The study was carried out in the Mediterranean region of Turkey between 2018 and 2021. It was aimed to reveal lionfish awareness studies and lionfish venom cases in Turkey in this study. The awareness studies were determined by institutional studies. Personal interviews, first aid agency notifications and literature were investigated to find lionfish venom cases. Four awareness studies and seven lionfish venom cases were detected. Pain, swelling, and redness were often the first symptoms in the venom cases. The first application was immersion in hot water in three of the seven cases. No deaths were recorded in the cases. In Turkey, the awareness studies should continue with the derbies or tournaments and government-supported removal efforts must be made to reduce the population and stocks of invasive lionfish.

### Introduction

Lionfish are venomous fish belonging to the Scorpaenidae family and have venomous spines like the rest of the Scorpaenidae it belongs to. This family consists of stonefish (*Synanceia*), scorpionfish (*Scorpaena*), and lionfish (*Pterois*) in order of venom potency. The name "lionfish" is given for the members of the genera *Pterois*, *Parapterois*, and *Dendrochirus*. Within this family is the lionfish-*Pterois* genus, principally *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) and devil firefish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae). Lionfish are of great importance due to their invasive properties such as the wide ecophysiological tolerance, high fecundity and rapid growth, predatory defenses and general feeding habits (Aktaş and Mirasoğlu, 2017; Bilecenoğlu 2017; Uysal and Turan, 2020; Savva et al. 2020; Cavas and Bilgin, 2021; Tanrıverdi et al. 2021).

Currently, two species of lionfish *P. volitans* and *P. miles* are documented from the Mediterranean Sea (Al Mabruk and Rizgalla, 2019). The movement of lionfish into the Mediterranean Sea is considered to have most likely occurred via the Suez Canal, although their release from aquaria cannot be excluded (Al Mabruk and Rizgalla, 2019). The devil firefish *P. miles* was

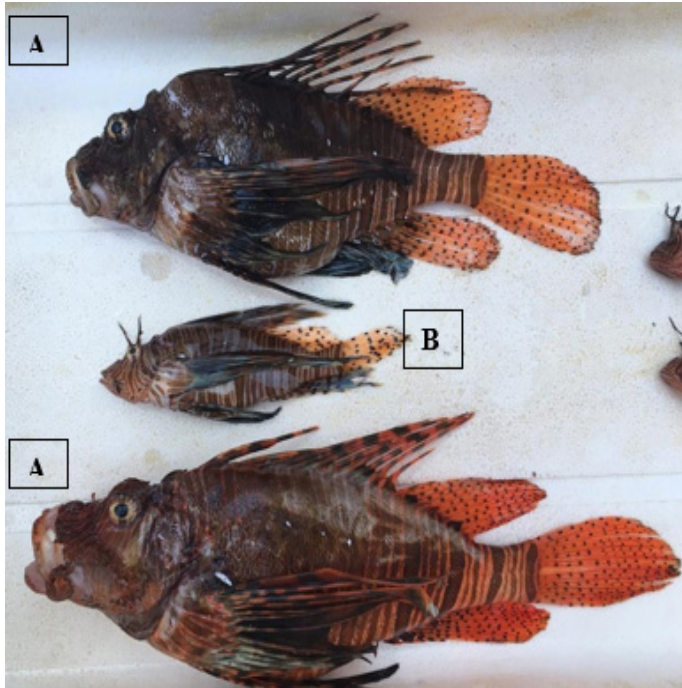
recorded for the first time from the Mediterranean Sea at Haifa Bay in 1991 and later the devil firefish *P. miles* were reported from Lebanon coast and Cyprus coast and then sighted in Turkey, Rhodes in Greece (Golani and Sonin, 1992; Bariche et al., 2013; Turan et al., 2014; Crocetta et al., 2015; Özgül, 2020). The invasion of the species has spread from the southern coast of Turkey towards the Aegean Sea (Özgül, 2020; Turan and Öztürk, 2015; Yağlıoğlu and Ayas, 2016; Turan et al. 2017; Bilge et al. 2017; Yapıcı, 2018). It is also reported in Cyprus, Greece, Lebanon, Tunisia, Italy, Libya, and Croatia (Al Mabruk and Rizgalla, 2019; Jimenez et al., 2016; Dailianis et al., 2016; Azzurro et al., 2017; Dragičević et al., 2021). While *P. volitans* has been only recorded in the Turkish waters (Figure 1) (Gürlek et al., 2016; Gökoğlu et al., 2017; Ayas et al., 2018; Yılmaz and Demirhan, 2020; Dağhan and Demirhan, 2020).

Lionfish inhabit warm marine waters at depths from 1 to 300 feet on hard bottom, mud bottoms, mangroves, seagrasses, coral reefs, and artificial reefs (Turan et al. 2017; Gürlek et al., 2016). It was reported that lionfish could be found at depths ranging from about 1 to 600 meters in Belizean waters (Searle et al., 2012). *P. miles* and *P. volitans* were usually observed in rocky habitats in the Mediterranean and Aegean Sea of Turkey (Gürlek

### Cite this article as

Tanrıverdi, R. & Gökoğlu, M. (2022). Impacts, awareness and management of lionfish envenomation in coasts of Turkey. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 84-90.

et al., 2016; Turan et al. 2017; Özgül, 2020). It has been reported that devil firefish disperse from shallow waters of less than 3 meters to depths of 100-110 meters on the Mediterranean coast of Turkey (Yağlıoğlu and Ayas, 2016; Taşkavak et al., 2021; NTV, 2022).



**Figure 1.** *Pterois miles* (A) and *Pterois volitans* (B) from Antalya Bay in Turkey

The lionfish severely impacts the invaded ecosystems and the native biota, but also affects ecosystem services and human health. The invasiveness of this species can be explained by its various ecological traits such as early maturation, high growth rates, general diet, high reproductive rate, long-range larval dispersion, and defensive structures (Dimitriadis et al., 2020). Of the two species of lionfish documented from the Mediterranean Sea, the devil firefish *P. miles* appears to be the more successful with a wider recorded distribution (Al Mabruk and Rizgalla, 2019; Turan et al., 2014; Crocetta et al., 2015; Turan and Öztürk, 2015; Jimenez et al., 2016; Dailianis et al., 2016; Azzurro et al., 2017). The spreading success of the devil firefish *P. miles* is facilitated, it is believed, by having a few predators e.g. the blue-spotted cornetfish *Fistularia commersonii* and the groupers (*Epinephelus striatus*, *Myceteroperca tigris*, *Ephinephelus marginatus* and *Ephinephelus costae*) (Bernadsky and Goulet, 1991; Mumby et al., 2011; Bariche et al., 2013; Turan et al., 2017; Al Mabruk and Rizgalla, 2019).

Lionfish envenomation can occur in their native habitats. However, they do not pose a significant problem since the lionfish population is ecologically limited in these areas and local people are familiar with the species. Even though the risk of local scorpion fish envenomation is more severe in the Mediterranean Sea and Turkish coasts, lionfish is a potential threat for divers due to its noteworthy appearance and for fishermen due to its novelty in the area. Up to date, most of the reported cases of

lionfish venomings are aquarium related (Haddad et al., 2015; Aldred et al., 1996, Tam et al., 2007; Schaper et al., 2009; Badillo et al., 2012; Lucerna et al., 2017; Schult et al., 2017). However, the number of cases is remarkable in several studies reported from marine sources (Thomas and Tharakaram, 2016; Resiere et al., 2016; Ayaz et al., 2020). This study, it was aimed to reveal lionfish awareness studies and lionfish venomings cases in Turkey.

## Materials and Methods

This study, it was aimed to reveal lionfish awareness studies and lionfish venomings cases in Turkey in this study. The study was carried out in the Mediterranean region of Turkey between 2018 and 2021. The awareness studies were determined by institutional studies. Personal interviews, first aid agency notifications and literature were investigated to find lionfish venomings cases.

## The awareness studies

In this study, the awareness studies were determined by institutional studies; Gazipaşa Municipality, Antalya Province, and Gazipaşa District Agriculture and Forestry Regional Directorates, Gazipaşa Fishermen's Cooperative, Directorate Mediterranean Fisheries Research, Production and Training Institute, Antalya Metropolitan Municipality, and the Command of Coast Guard.

## The lionfish venomings cases

Firstly, the conversations held with the victims venomings by lionfish were evaluated. Two victims called us and got information about what to do after venomings. The victims' signs of venomings were recorded. Secondly, three victims called the first aid agency after the venomings. The information about the cases was collected. Thirdly, the venomings cases reported in the literature were investigated. Fourthly, a lionfish stick penetrated the finger of R.T. from the authors during laboratory work. R.T. from the authors' signs of venomings were recorded. In addition, the consent of the victims whose photographs were used in the study was got.

## Results

### The awareness studies

As part of awareness activities, the lionfish competition with speargun was firstly organized by Gazipaşa Municipality, District Agriculture and Forestry Regional Directorate, and Fishermen's Cooperative in 2018. After that, the lionfish meat tasting event was held in Antalya/Demre district in 2019 by the Directorate Mediterranean Fisheries Research, Production, and Training Institute. In the same year, with the cooperation of the Command of Coast Guard and the Directorate Mediterranean Fisheries Research, Production and Training Institute, the fishermen in Antalya were informed about lionfish venom, first aid, and its fishing. The brochures about lionfish were distributed. The fishermen were very satisfied with the

training provided. No awareness activities were detected in 2020. In 2021, the awareness effort was carried out by Antalya Metropolitan Municipality with the participation of the Directorate Mediterranean Fisheries Research, Production and Training Institute, the Province Agriculture and Forestry Regional Directorate, and the Command of Coast Guard in Konyaaltı District. The lionfish caught in the competition were cooked and tasted. The taste of lionfish was appreciated. There are no government-supported awareness studies or removal efforts to combat lionfish in Turkey.

### The lionfish venoming cases

The seven lionfish venoming cases were detected in the period 2019-2021 in Turkey. The venoming cases occurred with commercial and amateur fishermen and swimmers. Pain, swelling, and redness were often the first symptoms to appear. It was determined that only three of the 7 cases were immersed in hot water. No fatality was in coasts of Turkey (Table 1).

**Table 1.** Lionfish venoming cases in coasts of Mediterranean, Turkey

Case	Location	Year	How the Case Occurred	Venoming Case (Person number)	Venoming Symptoms	Treatment	Referans
1	Erdemli/ Mersin	2019	While the fisherman was collecting trammel nets, the spines penetrated to fisherman's hand palm.	1	Bleeding at the site of the sting, burning sensation, intense pain, the pain spread throughout his body, swelling, contractions in your arms after 3 days and slight paresthesia in your arm even after 20 days	Sainkillers and serum were given in hospital.	Ayaz et al., 2020
2	Antalya	2019	During laboratory work, a lionfish stick penetrated the author's finger.	1	Burning sensation, pain, redness and swelling.	The hot water immersion was applied for about 1 hour.	The statement of the author of the study
3	Antalya	2019	Lionfish was fallen on the foot of an amateur fisherman	1	Swelling, pain, and tissue death (Figure 2).	The victim put ice first. After receiving information, the victim applied hot water immersion. Victim then went to the hospital. Doctors encountered this type of poisoning case for the first time. Serum was given in hospital. The pain didn't subside. After victim went to the hospital many times.	Personal interview
4	Kemer/ Antalya	2019	The victim was stung by a lionfish.	1	Getting stick	Serum was given in hospital.	Coast Guard emergency aid request
5	Kemer/ Antalya	2020	The spines was penetrated the finger when the amateur fisherman hold to cut the spines of lionfish.	1	Intense pain and swelling.	The hot water immersion was applied. The victim was taken to the hospital because of the pain.	Coast Guard emergency aid request
6	Fethiye/ Muğla	2021	The person who went into the sea stepped on a lion fish.	1	Getting stick	The victim was taken to the hospital.	Coast Guard emergency aid request
7	Kemer/ Antalya	2021	While the victim caught the lionfish with a spear in Kemer/Antalya, its stick penetrated in the finger.	1	Bleeding at the site of the sting, redness, pain, swelling, and tissue death (Figure 3).	When the victim landed, he contacted us. First, victim applied the hot water immersion. He then went to the hospital. Painkillers and antihistamines were given.	Personal interview





**Figure 2.** 3<sup>rd</sup> case: The lionfish that the amateur fisherman caught with a speargun was fallen on the foot in Antalya. A – The swelling stage after venoming, B – The tissue death stage after venoming



**Figure 3.** 7<sup>th</sup> case: While the victim caught the lionfish with a spear in Kemer/Antalya, its stick penetrated the finger. A – The Bleeding and redness stage after venoming, B – The The swelling stage after venoming after venoming, C – The The tissue death stage after venoming after venoming.

## Discussion

Local-scale efforts were made in an attempt to minimize lionfish's negative impacts on native species and habitats and human health through organized and sustained removal efforts (e.g., recreational lionfish fishing derbies and tournaments used with a spear, speargun, and hook stick) in the Bahamas, Bermuda, Florida Keys, Mexico, San Pedro, Ambergris Caye and Placencia/Belize (Searle et al., 2012; Gleason and Gullick, 2014; ILCAHCANSTF, 2015; Hardison et al., 2018; Harris et al., 2019). It was reported that local removal efforts have to continued and supported (Gleason and Gullick, 2014; ILCAHCANSTF, 2015; Harris et al., 2019; Morris, 2012). The four awareness studies were identified in Turkey. Invasive lionfish is spreading their population in the Mediterranean at an alarming rate (Huseyinoğlu et al., 2021). The population control may require proactive, targeted human removals (Ulman et al., 2021). The catching pressure can be created (Dağhan and Demirhan, 2020).

The awareness studies and removal efforts should be supported in Turkey. On the other hand, there were government-supported removal efforts aimed at reducing the population and stocks of invasive pufferfishes in Turkey (Tanrıverdi, 2021). Considering the distribution, early maturity, high growth rates, high reproductive rate, and generalist diet of lionfish in Turkish seas,

the government-supported removal efforts to combat invasive lionfish should be planned and implemented.

Lionfish envenomation can be seen in divers, fisherman and swimmers in the seas of world-wide (Thomas and Tharakaram, 2016; Resiere et al., 2016; Sümen and Öztürk 2020). In the French West, Indies victims included divers (47%), fishermen (32%), swimmers (21%), and even cooks (3%) (Resiere et al., 2016). The case was reported by a swimmer in Egypt (Thomas and Tharakaram, 2016). The case occurred while cleaning a freshly caught lionfish in Belize (Norton and Norton 2021). The venoming cases occurred with fishermen and swimmers in Turkey. When the cases in the world were examined, pain, edema, and swelling were usually symptoms seen firstly after a lionfish sting (Haddad et al., 2015; Aldred et al., 1996, Tam et al., 2007; Badillo et al., 2012; Lucerna et al., 2017; Schult et al., 2017, Thomas and Tharakaram, 2016; Resiere et al., 2016; Norton and Norton 2021). In the cases in Turkey, the first symptoms were pain and swelling. No fatality was reported in the world. Similarly, it was not in Turkey. The first application was immersion in hot water in the World (Haddad et al., 2015; Aldred et al., 1996, Tam et al., 2007; Schaper et al., 2009; Badillo et al., 2012; Lucerna et al., 2017; Schult et al., 2017, Thomas and Tharakaram, 2016; Resiere et al., 2016; Norton and Norton 2021). In Turkey, the first application was immersion in hot water in three of the seven lionfish venoming cases. This result may indicate low public and health worker's awareness and the necessity of continuing awareness studies in Turkey. Kleitou et al. (2019) reported limited awareness of lionfish in Cyprus. In Turkey, the cases of lionfish venoming were determined in the sea. The highest number of venoming cases in the world also occurred in the sea (Thomas and Tharakaram, 2016; Resiere et al., 2016; Norton and Norton 2021). However, it was seen that the aquarium cases were as much as the sea cases (Haddad et al., 2015; Aldred et al., 1996, Tam et al., 2007; Schaper et al., 2009; Badillo et al., 2012; Lucerna et al., 2017; Schult et al., 2017).

Lionfish are safely consumed when the lionfish's spines are removed (Cavas and Bilgin, 2021). In order to popularize the consumption of lionfish in Turkey, it was offered for sale at the Antalya Metropolitan Municipality's fish store and restaurant (Liberty, 2022). Many businesses in Antalya, Ankara, Istanbul, Muğla, and Bodrum began to enter their menus (Anadolu Agency, 2022). Incentives and studies should continue in order to popularize the consumption of lionfish in Turkey. Hardison et al. (2018) reported that lionfish were harvested recreationally and commercially throughout most of the invaded regions and were served in restaurants.

The spread of lionfish continues in the Mediterranean and Aegean Sea of Turkey (Turan et al., 2014; Turan and Öztürk, 2015; Gürlek et al., 2016; Turan et al. 2017; Özgül, 2020). Today, its spread area has reached as far as İzmir in Turkey. Their presence on the coastline, which is popular with fishermen and tourists, threatens human health. The development of lionfish fisheries has the potential to provide territorial control and



reduce ecological impacts. It can also represent an unexploited economic opportunity for fishing communities (Hardison et al., 2018; Ulman et al., 2020). In Turkey, lionfish fisheries should be developed. Since commercial fishing with harpoons or underwater rifles is prohibited in Turkey (Anonymous, 1995), fishing gear studies have to be carried out to catch lionfish found in rocky areas. Private licensed commercial fishing infrastructure can be developed to combat lionfish as reported by Dağhan and Demirhan (2020).

Invasive species are globally on the rise due to human-induced environmental change and are often a source of harm to their new ecosystems. The continuous monitoring of invasive species is crucial to creating effective management strategies and mitigating their negative impact on native ecosystems. Citizen science and social media are important for monitoring invasive species (Al Mabruk and Rizgalla, 2019; Phillips and Kotrschal, 2021).

## Conclusion

The single most important rule in approaching and handling lionfish and preventing from lionfish in the Mediterranean and Turkey where lionfish are less recognized by swimmers,

people, and divers, amateur, and commercial fishermen are to create awareness. The awareness studies should continue to be focused on so that the public can recognize to tell the first application when sticks penetrated, catch, and consume lionfish during the derbies or tournaments in Turkey. In order to reduce the lionfish population and stocks, government-supported removal efforts must be made. The fishery and consumption of lionfish should be improved.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Study concept and design (RT); data acquisition (RT, MG); data analysis (RT); drafting of the manuscript (RT, MG); critical revision of the manuscript (all authors); approval of the final manuscript (all authors).

### Conflict of Interest

We declare that we have no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## References

- Aktaş, Ş. & Mirasoğlu, B. (2017). Lionfish envenomation: clinical aspect and management. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23(1): 81-87.
- Al Mabruk, S. A. A. & Rizgalla, J. (2019). First record of lionfish (Scorpaenidae: Pterois) from Libyan waters. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 25(1): 108-114.
- Aldred, B., Erickson, T., Lipscomb, J. (1996). Lionfish envenomations in an urban wilderness. *Wilderness & Environmental Medicine*, 7(4): 291-296. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(1996\)007\[0291:LEIAUW\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1996)007[0291:LEIAUW]2.3.CO;2)
- Anadolu Agency, (2022). Invasive lionfish has begun to take its place on the table. Retrieved on January 15, 2022 from <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/istilaci-aslan-baligi-sofralardaki-yerini-almaya-basladi/2161564#>
- Anonymous. (1995). Fishery Regulation. Official Gazette of the Republic of Turkey. 1995; 22223: 33-35.
- Ayas, D., Ağılkaya, G. Ş. & Yağlıoğlu, D. (2018). New occurrence of the red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) in the north eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay). *Duzce University Journal of Science and Technology*, 6(4): 871-877. <https://doi.org/10.29130/dubited.362703>
- Ayaz, F., Ayas, D. & Börekci, N. S. (2020). Inflammatory and erectile dysfunction (impotence) treating potential of lionfish venom. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 3(3): 103-111.
- Azzurro, E., Stancanelli, B., Martino, V. D. & Bariche, M. (2017). Range expansion of the common lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Mediterranean Sea: an unwanted new guest for Italian waters. *BioInvasions Records*, 6(2): 95-98. <https://doi.org/10.3391/bir.2017.6.2.01>
- Badillo, R. B., Banner, W., Morris, J. A. & Schaeffer, S. E. (2012). A case study of lionfish sting-induced paralysis. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 5(1): 1-3.
- Bariche, M., Torres, M. & Azzurro, E. (2013). The presence of the invasive lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 14(2): 292-294. <https://doi.org/10.12681/mms.428>
- Bernadsky G. & Goulet D. (1991). A natural predator of the lionfish *Pterois miles*. *Copeia*, 1: 230-231. <https://doi.org/10.2307/1446269>
- Bilecenoğlu M. (2017). Is Turkey ready to face with lionfish (*Pterois* spp.) invasion? *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23(1): 75-80.
- Bilge, G., Filiz, H. & Yapıcı, S. (2017). Occurrences of *Pterois miles* (Bennett, 1828) between 1992 and 2016 from Turkey and the Mediterranean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23(3): 201-208.
- Cavas, L. & Bilgin, Y. (2021). Bioactivities from novel toxins of *Pterois volitans*: A Bioinformatics approach. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 8(4): 411-423. <https://doi.org/10.54287/guja.1002703>
- Crocetta, F., Agius, D., Balistreri, P., Bariche, M., Bayhan, Y. K., Cakir, M., Ciriaco, S., Corsini-Foka, M., Deidun, A., El Zrelli, R., Erguden, D., Evans, J., Ghelia, M., Giavasi, M., Kleitou, P., Kondylatos, G., Lipej, L., Mifsud, C., Ozvarol, Y., Pagano, A., Portelli, P., Poursanidis, D., Rabaoui, L., Schembri, P. J., Taskin, E., Tiralongo, F. & Zenetos, A. (2015). New Mediterranean biodiversity records (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3): 682-702. <https://doi.org/10.12681/mms.1477>
- Dağhan, H. & Demirhan, S. A. (2020). Some bio-ecological characteristics of lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in Iskenderun Bay. *Marine and Life Sciences*, 2(1): 28-40.

- Dailianis, T., Akyol, O., Babali, N., Bariche, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., Ghanem, R., Gokoglu, M., Hasiotis, T., Izquierdo-Munoz, A., Julian, D., Katsanevakis, S., Lipez, L., Mancini, E., Mytilineou, C., Ounifi Ben Amor, K., Ozgul, A., Ragkousis, M., Rubio-Portillo, E., Servello, G., Sini, K., Stamouli, C., Steriotti, A., Teker, S., Tiralongo, F. & Trkov, D. (2016). New Mediterranean biodiversity records (July 2016). *Mediterranean Marine Science*, 17(2): 608-626. <https://doi.org/10.12681/mms.1734>
- Dimitriadis, C., Galanidi, M., Zenetos, A., Corsini-Foka, M., Giovos, I., Karachle, P. K., Fournari-Konstantinidou, I., Kytinou, E., Issaris, Y., Azzurro, E., Castriota, L., Falautano, M., Kalimeris, A. & Katsanevakis, S. (2020). Updating the occurrences of *Pterois miles* in the Mediterranean Sea, with considerations on thermal boundaries and future range expansion. *Mediterranean Marine Science*, 21(1): 62-69. <https://doi.org/10.12681/mms.21845>
- Dragičević, B., Ugarković, P., Krželj, M., Zurub, D. & Dulčić, J. (2021). New record of *Pterois cf. miles* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae) from the eastern middle Adriatic Sea (Croatian waters): Northward expansion. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 51(4): 379-383. <https://doi.org/10.3897/aiep.51.75811>
- Gleason, J., Gullick, H. (Eds.) (2014). Bermuda lionfish control plan. Bermuda Lionfish Task Force, Ver. 6. Retrieved on January 10, 2022 from [https://www.lionfish.bm/assets/pdf/lionfish\\_control\\_plan\\_final\\_1802014.pdf](https://www.lionfish.bm/assets/pdf/lionfish_control_plan_final_1802014.pdf).
- Golani, D. & Sonin, O. (1992). New records of the Red Sea fishes, *Pterois miles* (Scorpaenidae) and *Pteragogus pelycus* (Labridae) from the eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology*, 39(2): 167-169. <https://doi.org/10.11369/jji.1950.39.167>
- Gökoğlu, M., Teker, S. & Julian, D. (2017). Westward extension of the Lionfish *Pterois volitans* Linnaeus, 1758 along the Mediterranean Coast of Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2(2): 67-72. <https://doi.org/10.28978/nesciences.329313>
- Gürlek, M., Ergüden, D., Uyan, A., Doğdu, S. A., Yağlıoğlu, D., Öztürk, B. & Turan, C. (2016). First record red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1785) in the Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 1(3): 27-32. <https://doi.org/10.28978/nesciences.286308>
- Haddad, V., Stolf, H. O., Risk, V. Y., França, F. O. & Cardoso, J. L. C. (2015). Report of 15 injuries caused by lionfish (*Pterois volitans*) in aquarists in Brazil: A critical assessment of the severity of envenomations. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 21: 8. <https://doi.org/10.1186/s40409-015-0007-x>
- Hardison, D. R., Holland, W. C., Darius, H. T., Chinain, M., Tester, P. A., Shea, D., Bogdanoff, A. K., Morris, J. A., Quintana, H. A. F., Loeffler, C. R., Buddo, D., Wayne Litaker, R. W. (2018). Investigation of ciguatoxins in invasive lionfish from the greater caribbean region: Implications for fishery development. *PLoS One*, 13(6): e0198358. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198358>
- Harris, H. E., Patterson, W. F., Ahrens, R. N. M. & Allen, M. S. (2019). Detection and removal efficiency of invasive lionfish in the northern Gulf of Mexico. *Fisheries Research*, 213: 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.01.002>
- Huseynoğlu, M. F., Demir, V., Arda, Y., Draman, M. & Yokes, M. B. (2021). Spatio-temporal distribution of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in Kaş-Kekova special environmental protected area, Turkey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 254:107331. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107331>
- ILCAHCANSTF - Invasive Lionfish Control Ad-Hoc Committee of the Aquatic Nuisance Species Task Force. (2015). National invasive lionfish prevention and management plan. 84 p.
- Jimenez, C., Petrou, A., Andreou, V., Hadjioannou, L., Wolf, W., Koutsoloukas, N. & Alhaija, R. A. (2016). Veni, Vidi, vici: the successful establishment of the lionfish *Pterois miles* in Cyprus (Levantine Sea). *Rapport Commission International Mer Mediterranee*, 41: 417.
- Kleitou, P., Sawa, I., Kletou, D., Hall-Spencer, J. M., Antoniou, C., Christodoulides, Y., Chartosia, N., Hadjioannou, L., Dimitriou, A. C., Jimenez, C., Petrou, A., Sfenthourakis, S. & Rees, S. (2019). Invasive lionfish in the Mediterranean: Low public awareness yet high stakeholder concerns. *Marine Policy*, 104: 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.052>
- Liberty. (2022). The lionfish of the restaurant menu. Retrieved on January 11, 2022 from <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/restoran-monusunun-aslani-41850222>
- Lucerna, A., Espinosa, J. & Norinsky, A. B. (2017). Case report and brief review: *Pterois volitans* (lionfish) envenomation of the hand: Taming a lionfish sting. *West Indian Medical Journal*, <https://doi.org/10.7727/wimj.2017.019>
- Morris, J. A. (Ed.) (2012). Invasive lionfish: a guide to control and management. Marathon, Florida, Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 1. Retrieved on January 10, 2022 from [http://lionfish.gcfi.org/manual/InvasiveLionfishGuide\\_GCFI\\_SpecialPublicationSeries\\_Number1\\_2012.pdf](http://lionfish.gcfi.org/manual/InvasiveLionfishGuide_GCFI_SpecialPublicationSeries_Number1_2012.pdf)
- Mumby P. J., Harborne A.R. & Brumbaugh D. R. (2011). Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *PLoS One*, 6, e21510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021510>
- Norton, B. B. & Norton S. A. (2021). Lionfish envenomation in Caribbean and Atlantic waters: Climate change and invasive species. *International Journal of Women's Dermatology*, 7(1):120-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.05.016>
- NTV, (2022). Venomous lionfish at a depth of 1 meter, 5 meters from the shore. Retrieved on January 10, 2022 from [https://www.ntv.com.tr/turkiye/kiyidan-5-metre-uzaklikta-1-metre-derinlikte-zehirli-aslan-baligi.FOjlrTRO\\_ku0xbIMv5i80A](https://www.ntv.com.tr/turkiye/kiyidan-5-metre-uzaklikta-1-metre-derinlikte-zehirli-aslan-baligi.FOjlrTRO_ku0xbIMv5i80A)
- Özgül, A. (2020). Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3): 313-317. <https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.15>
- Phillips, E. W. & Kotschal, A. (2021). Where are they now? Tracking the Mediterranean lionfish invasion via local dive centers. *Journal of Environmental Management*, 298: 113354. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113354>
- Resiere, D., Cerland, L., De Haro, L., Valentino, R., Criquet-Hayot, A., Chabartier, C., Kaidomar, S., Brouste, Y., Mégarbane, B. & Mehdaoui, H. (2016). Envenomation by the invasive *Pterois volitans* species (lionfish) in the French West Indies a two year prospective study in Martinique. *Clinical Toxicology*, 54(4): 313-318. <https://doi.org/10.3109/15563650.2016.1143100>
- Schaper, A., Desel, H., Ebbecke, M., Haro, L. D., Deters, M., Hentschel, H., Hermanns-Clausen, M. & Langer, C. (2009). Bites and stings by exotic pets in Europe: An 11 year analysis of 404 cases from Northeastern Germany and Southeastern France. *Clinical Toxicology*, 47(1): 39-43. <https://doi.org/10.1080/15563650801954875>
- Schult, R. F., Acquisto, N. M., Stair, C. K. & Wiegand, T. J. (2017). A case of lionfish envenomation presenting to an Inland Emergency Department. *Case Reports in Emergency Medicine*, 3: 1-3. <https://doi.org/10.1155/2017/5893563>
- Searle, L., Chacon, N. & Bach, L. (2012). The Belize lionfish management plan: An overview of the invasion, mitigation activities and recommendations. ECOMAR Technical Publication No 1. Retrieved on January 15, 2022 from [https://pure.au.dk/ws/files/81508560/Belize\\_lionfish\\_report.pdf](https://pure.au.dk/ws/files/81508560/Belize_lionfish_report.pdf)

- Sümen, S. G. & Öztürk, B. (2020). How to manage lionfish envenomation? *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8(1): 106-109. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.798764>
- Tam, G., NG H., Chau, C., Chan, T., Chan, A., Mak, T., Lau, F., Tse, M., Ngan, T., Wong, I. (Eds.) (2007). Venomous fishes-they sting! *Hongkong Poison Control Network Poisoning.Comm*, 2(3): 1-6.
- Tanrıverdi R., Gökoğlu M. & Korun J. (2022). First observations on the stomach contents of devil firefish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Gulf of Antalya, Turkey. *Acta Natura et Scientia*, 3(1): 24-31. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2022.351.03>
- Tanrıverdi, R. (2021). *State-supported studies to reduce population and stocks with pufferfish poisoning cases*. In: Koçakoğlu B, Çakılcı D, editors. Antalya Kitabı 4: Toprak, Su, Medeniyet: Antalya, Konya, Palet Yayınları; p. 431-439.
- Taşkavak, E., Gürkan, Ş. & Taylan, B. (2021). Some observations on the depth range and size of devil firefish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Scorpaenidae) in Silifke Mersin (Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 2(1): 53-57. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2021.314.9>
- Thomas, L. & Tharakaram, S. (2016). Lionfish envenomation: Relapses controlled by intralesional triamcinolone. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 82(4): 438-439. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.181472>
- Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D., Uyan, A. & Uygur, N. (2014). First record of the Indo-Pacific lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Osteichthyes: Scorpaenidae) for the Turkish marine waters. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 20(2): 158-163.
- Turan, C. & Öztürk, B. (2015). First record of the lionfish *Pterois miles* from the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 21: 334-338.
- Turan, C., Uygur, N. & İğde, M. (2017). Lionfishes *Pterois miles* and *Pterois volitans* in the North-eastern Mediterranean Sea: Distribution, habitation, predation and predators. *Natural and Engineering Sciences*, 2(1): 35-43. <https://doi.org/10.28978/nesciences.292355>
- Ulman, A., Tunçer, S., Kizilkaya, I. T., Zilifli, A., Alford, P., Giovos, I. (2020). The lionfish expansion in the Aegean Sea in Turkey: A looming potential ecological disaster. *Regional Studies in Marine Science*, 36:101271. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101271>
- Ulman, A., Harris, H. E., Doumpas, N., Akbora, H. D., Al Mabruk, S. A. A., Azurro, E., Bariche, M., Çiçek, B. A., Deidun, A., Demirel, N., Fogg, A. Q., Katsavenakis, S., Kletou, D., Kleitou, P., Papadopoulou, A., Souissi, J. B., Hall-Spencer, J. M., Tiralongo, F. & Yildiz, T. (2021). Low pufferfish and lionfish predation in their native and invaded ranges suggests human control mechanisms may be necessary to control their Mediterranean abundances. *Frontiers in Marine Science*, 8: 670413. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.670413>
- Uysal İ. A & Turan C. (2020). Impacts and risk of venomous and sting marine alien species in Turkish marine waters. *Biharean Biologist*, 14(1): 41-48.
- Yağlıoğlu, D. & Ayas, D. (2016). New occurrence data of four alien fishes (*Pisodonophis semicinctus*, *Pterois miles*, *Scarus ghobban* and *Parupeneus forsskalii*) from the North Eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay, Turkey). *Biharean Biologist*, 10(2): 150-152.
- Yapıcı, S. (2018). *Piscis non grata* in the Mediterranean Sea: *Pterois miles* (Bennett, 1828). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4): 467-474. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.4.13>
- Yılmaz, S. & Demirhan, S. A. (2020). Age, growth parameters and food composition of Invasive Red Lionfish (*Pterois volitans* L., 1758) in İskenderun Bay. *Natural and Engineering Sciences*, 5(2): 82-91. <https://doi.org/10.28978/nesciences.756730>



# Marine and Life Sciences

E-ISSN: 2687-5802

Journal Homepage: <https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife>

Review  
Article

## Aljinatın biyomedikal alanlarda kullanımı

<sup>1</sup>Sinem Uğur<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Erkan Uğurlu<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Eyüp İlker Saygılı<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Önder Duysak<sup>3</sup>, <sup>3</sup>Selin Sayın<sup>3\*</sup>

\*Corresponding author: [selin.sayin@iste.edu.tr](mailto:selin.sayin@iste.edu.tr)

Received: 08.03.2022

Accepted: 20.06.2022

### Affiliations

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, 31200, İskenderun, Hatay, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Sanko Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, 27090, Gaziantep, TÜRKİYE

<sup>3</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, 31200, İskenderun, Hatay, TÜRKİYE

### Anahtar Kelimeler

Aljinat  
Hidrojel  
Biyoteknoloji  
Biyomateryal  
Doku mühendisliği

### Keywords

Alginate  
Hydrogel  
Biotechnology  
Biomaterial  
Tissue engineering

### Giriş

Biyomalzemeler geleneksel olarak inert ve konakçıda biyolojik sistemlerle etkileşime girmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Doğal kaynaklardan üretilmiş olan materyaller, biyomalzeme olarak sıklıkla hastalık veya travmayla kaybolan dokuların yerini almak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, yirminci yüzyılın başlarından bu yana, doğal olarak üretilmiş malzemelere kıyasla daha iyi performansları ve sürdürülebilir kaynak özellikleri nedeniyle bu malzemelerin yerini sentetik polimerler, seramikler ve metal alaşımları almaya başlamıştır

### ÖZET

Aljinat, biyoyumluluk ve jelasyon kolaylığı gibi elverişli özelliklerinden dolayı biyomedikal, farmasötik, mühendislik gibi birçok uygulama alanlarına kolayca entegre edilebilen bir biyomalzemedir. Aljinat polimerleri, farmasötik tabanlı birçok uygulamada, doku mühendisliği (dokulardaki hücre dışı matrislere yapısal benzerliği koruması) uygulamaları kapsamında kullanılmaktadır. Bu derleme çalışmasında, aljinat, kimyasal yapısı, genel özellikleri, aljinat kaynakları morfolojik özellikleri, ekstraksiyon yöntemleri, özellikle biyomedikal alanda kullanımı hakkında bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

## Alginate in usage biomedical areas

### ABSTRACT

Alginate is a biomaterial that can be easily integrated into many application areas such as biomedical, pharmaceutical, engineering, due to its favorable properties such as biocompatibility and ease of gelation. Alginate polymers are used in tissue engineering (preserving structural similarity in tissues to extracellular matrices) applications in many pharmaceutical-based applications. In this review study, it is aimed to give information about alginate, its chemical structure, general properties, morphological properties of alginate sources, extraction methods, especially its use in the biomedical field.

(Ratner ve Bryant, 2004; Huebsch ve Mooney, 2009). Biyomateryal, vücudun herhangi bir dokusu ve organında biyomalzemelerin kullanım sınırlarını değerlendirmek, tedavi etmek, arttırmak veya değiştirmek için biyolojik sistemler ile ara yüz oluşturma amaçlı bir malzeme olarak tanımlanmaktadır. Yeni biyomalzemeler vücut dokularının hücre dışı matrislerinde bulunan birçok fonksiyonu taklit etmektedir. Bunun sebebi konakçı yanıtını çok iyi bir şekilde düzenleyip tanımlayabilmektedir. Doğal olarak üretilmiş materyaller doğal biyoyumlulukları nedeniyle son zamanlarda oldukça dikkat çekmektedir (Williams, 2009).

### Cite this article as

Uğur, S., Uğurlu, E., Saygılı, E. İ., Duysak, Ö. & Sayın, S. (2022). Alginate in usage biomedical areas. *Marine and Life Sciences*, 4(1): 91-99. (in Turkish)



Kahverengi alglerin bir yapı taşı olan aljinat biyopolimerleri  $\beta$  (1-4)-D- mannuronik asit ve  $\alpha$ -(1-4)-L- guluronik asit yapısında bir heteropolisakkarittir. Bu polimer, biyoyumlu, düşük toksisiteli, düşük maliyetli olmasının yanında  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+2}$  gibi iki değerliğe sahip katyonlar ile birlikte kullanıldığında hafif jelasyon oluşturması gibi birçok özelliklerinden dolayı çeşitli biyomedikal alanlarda kullanılmaktadır (Gombotz ve Wee, 1998). Bunlara ek olarak, aljinat, hücreler ve proteinler gibi çeşitli biyomoleküllerin iletilmesinde-tutulmasında matriks olarak kullanılabilen, organik çözücü kullanılmadan oda sıcaklığında kapsülasyon oluşturabilen bir polimerdir (Andersen ve ark., 2012). Aljinatın matriks içinde durağan bir sulu ortamın varlığına (Huebsch ve Mooney, 2009), normal fizyolojik durumda biyobozunabilirliğine (Suzuki ve ark., 1998), biyomalzemelerin ve makromoleküllerin yüksek difüzyonuna izin veren gözenekli jel oluşumuna (Charter ve ark., 2015), gözeneklerin basit bir kaplama prosedürü ile kolayca kontrol edilebilme gibi özelliklerine sahip olması kullanım alanlarını oldukça geniş tutmaktadır (Liu ve ark., 1998). Ayrıca, uzun yıllardan beri gıda endüstrisinde yoğunlaştırıcı, jelleştirici ajan ve koloidal stabilizör, aynı zamanda çeşitli protein ve hücre dağılımı ve/veya tutulmasında kullanılmakta olan bileşenlerdir.

Aljinatlar, yara iyileşmesinde, nemli bir mikro ortam sağlamak, yara bölgesindeki enfeksiyonu azaltmakta, iyileşmeyi kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Kimyasal ilaçlardan makromoleküler proteinlere kadar çeşitli ilaç molekülleri -çapraz bağlayıcı tiplerine ve çapraz bağlama yöntemlerine bağlı olarak aljinat jelleri yardımıyla kontrollü bir şekilde salınabilmektedir (Langer ve Vacanti, 1993). Ayrıca aljinat jelleri, vücuda oral olarak alınabilmesi, enjekte edilebilmesi gibi farmasötik uygulamalarda kullanılmaktadır.

Bu derleme çalışmasında, aljinat, kimyasal yapısı, genel özellikleri, aljinat kaynakları morfolojik özellikleri, ekstraksiyon yöntemleri, özellikle biyomedikal alanda kullanımı hakkında bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

## Aljinat ve Özellikleri

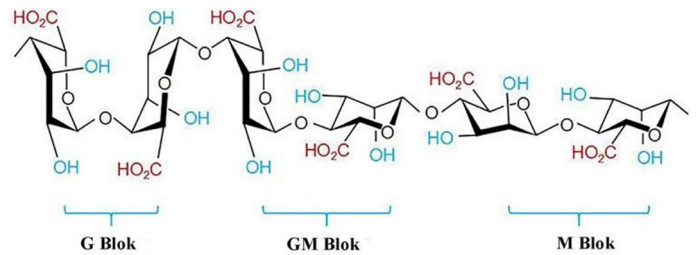
### Aljinat kaynakları

Ticari olarak temin edilebilen aljinat tipik olarak sulu NaOH çözeltileriyle muamele edilerek *Laminaria hyperborea*, *Laminaria digitata*, *Laminaria japonica*, *Ascophyllum nodosum* ve *Macrocystis pyrifera* dahil kahverengi alglerin (Phaeophyceae) hücre duvarından ekstrakte edilen (Rinaudo, 2008), belirli toprak bakterileri *Azotobacter* ve *Pseudomonas* tarafından ekstraselular matriks olarak üretilen, poliuronik bir sakkarittir (Khong ve ark., 2013). Kuru ağırlık bazında aljinat içerikleri *A. nodosum* için %22-30, *L. digitata* için %25-44'tür (Qin, 2008). Bakteriyal aljinat *Azotobacter* ve *Pseudomonas*'tan üretilmektedir. Aljinat biyosentezi, genellikle öncü substratın sentezine, polimerizasyon ve

sitoplazmik membran transferine, periplazmik transfer ve modifikasyonuna ve dış zardan dışarıya aktarılması gibi süreçleri kapsamaktadır. Bakterilerde aljinat biyosentezinin düzenlenmesindeki son gelişmeler ve bakteri modifikasyonunun göreceli kolaylığı, ihtiyaca yönelik özellikler ve biyomedikal uygulamalarda geniş uygulamalarla aljinat üretimini mümkün kılabilir (Remminghorst ve Rehm, 2006).

### Aljinatın kimyasal özellikleri

Aljinat  $\beta$ -D-mannuronik asit (M) ve  $\alpha$ -L-gluronik asit (G) gibi fonksiyonel bileşenlerine ayrılabilen, düşük maliyetli, biyoyumlu ve biyoparçalanabilir lineer bir polimerdir. İlk olarak 12 Ocak 1881 tarihli patent ile Stanford tarafından tanımlanmıştır. 1926 yılında, aljinik asitin bir bileşeni olarak keşfedilen, sonrasında ise  $\alpha$ -L-guluronik ve  $\beta$ -D-mannuronik kalıntılarından oluşan ikili kopolimer olarak kabul edilmiştir (Draget ve ark., 2005). Yapısındaki G ve M kısımları heterojen ya da homojen sekanslar olarak rastgele olabilmekte, dağılımı ve kimyasal yapısı elde edildiği kaynağa göre değişiklik göstermektedir. Aljinat molekülü, bileşimindeki üronik asit arasındaki bağların doğasından ötürü, selüloz gibi  $\beta$ 1,4 olarak belirtilmiştir (Moe ve ark., 1995). L-guluronat kalıntısı tanımlanmadan önce, D-mannuronat, aljinatın ana bileşeni olarak kabul ediliyordu. Manganez ve kalsiyum tuzları ile fraksiyonel çökeltme ile daha sonraları, aljinatların aslında blok kopolimerler olduğunu ve guluronatın mannuronata oranının doğal kaynağa bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir (Haug, 1959). Dallanmamış ikili kopolimer ailesinden olan aljinatlar, değişen bileşimi ve sekansı, (1,4) bağlı  $\beta$ -D-mannuronik asit (M) ve onun C5 epimeri olan  $\alpha$ -L-gluronik asitten (G) oluşmakta, polimer zincirinde M blokları, G blokları ve MG bloklarının uzun dizilerinin birbiriyle bağlanması da olabilmektedir (Moe, 1995). Aljinatın artık (1,4) - $\beta$ -D-mannuronik (M) ve  $\alpha$ -L-guluronik (G) bloklarını içeren kopolimerler ailesi olduğu bilinmektedir (Tonnesen ve Karlsen, 2002). Şekil 1 de  $\beta$ -D-mannuronik asit (M) ve  $\alpha$ -L-gluronik asit (G) kimyasal yapıları gösterilmektedir.



Şekil 1. Aljinik asitin yapısı

Figure 1. Structure of alginic acid

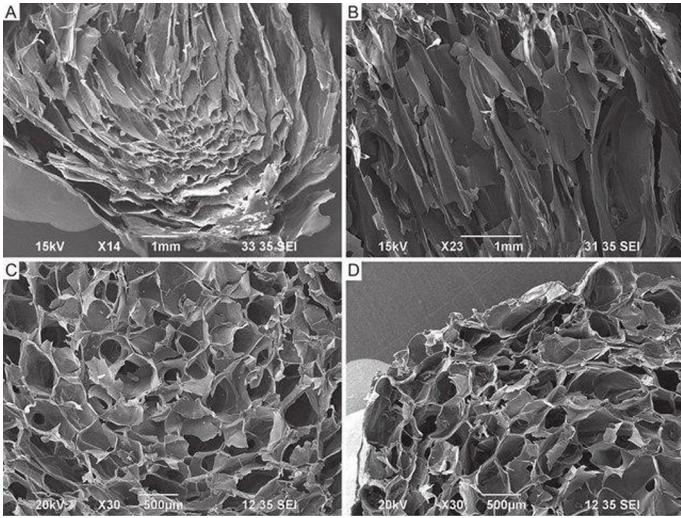
Aljinatın ve oluşturulan hidrojelatin fiziksel özelliklerini bileşimi, dizilimi, G-blok uzunluğu ve moleküler ağırlığı gibi faktörler etkilemektedir. Aljinat jellerinin mekanik özellikleri tipik olarak G-bloğunun uzunluğu ve moleküler

ağırlığı artırılarak belirlenebilmektedir (George ve Abraham, 2006). Farklı aljinat kaynaklarının polimerlere bir dizi kimyasal özellik sağladığı belirtilmektedir.

Aljinat, polimerlerin hidrojen ve elektrostatik bağlanmasına izin vererek münisile etkileşmesine ve serbest karboksil gruplarından kaynaklanan mukoadhesiv özelliklere sahiptir (Haugstad ve ark., 2015). Sadece iyonize karboksil grupları mukozal doku ile etkileşime girebildiğinden çevresel pH'ın aljinat çözünürlüğü ve sonuç olarak mukoadhesiv özellikleri üzerinde güçlü bir etkisi vardır. Çözünür aljinat, polimer matriksi yoluyla çözücünün nüfuz etmesini kolaylaştırır, bu da mukoadhesiv bağların güçlendirilmesinden sorumlu daha viskoz ve yapışkan jel yapısının oluşmasına neden olur (Mythri ve ark., 2011).

### Aljinatın morfolojik özellikleri

Aljinatlar, algal hücre duvarlarında bulunan yapısal bileşenlerinden olan bir polisakkarittir (Silva ve Mooney, 2010). Aljinatların gözenekli yapısı ve doğal dokuları taklit edebilme özellikleri sayesinde doku mühendisliğinde iskelet yapı olarak kullanılmaktadır (Xu ve ark., 2017) (Şekil 2).



**Şekil 2.** Aljinat iskelet yapısının SEM görüntüsü (Coluccino ve ark., 2016)

**Figure 2.** SEM image of the alginate skeleton structure (Coluccino et al., 2016)

Aljinatın moleküler ağırlığının artırılması, elde edilen jellerin fiziksel özelliklerini geliştirebilmektedir. Bununla birlikte, moleküler ağırlığı yüksek polimerden oluşturulan bir aljinat çözeltisinin yoğunluğu daha fazla olmaktadır (LeRoux ve ark., 1999). Molekül ağırlığının manipülasyonu ve dağılımı bağımsız olarak jel öncesi çözelti viskozitesini ve jelleşme sonrası sertliğini kontrol edebilmektedir. Jellerin elastik modülü, yüksek ve düşük moleküler ağırlıklı aljinat polimerlerinin bir kombinasyonu kullanılarak çözeltinin viskozitesi minimum düzeyde artarken, elastik özellikleri önemli ölçüde artırılabilir (Kong ve ark., 2002).

### Ajınat Ekstraksiyonları

Alglerden aljinat ekstraksiyon işlemi genellikle kurutulmuş ham maddenin seyreltilmiş mineral asit muamelesi ile başlayan çok aşamalı bir prosedürdür (Sachan ve ark., 2009). Aljinatlar, seyreltilmiş mineral asit ile muamele edildikten sonra laminarin ve fucoidin gibi nötr homopolisakkaritleri uzaklaştırmak için kurutulmuş ve öğütülmüş alglerden ekstrakte edilmektedir. Aynı zamanda, alkalik toprak katyonları H<sup>+</sup> ile değiştirilmektedir. Aljinat daha sonra 10'un altındaki bir pH'ta sodyum karbonat ilave edilerek çözünmeyen protonlu formdan çözünür sodyum tuzuna dönüştürülmektedir. Ekstraksiyondan sonra, aljinat daha fazla saflaştırılabilmekte ve daha sonra bir tuza veya aside dönüştürülebilmektedir (Sutherland, 1991). Ticari aljinat sadece alg kaynaklarından elde edilmektedir, ancak aljinatın daha çok tanımlanmış fizikokimyasal özelliklerini sağlamak için mikrobiyal fermantasyon ile alternatif üretim araştırılmaktadır (Remminghorst and Rehm, 2006).

### Aljinatın Biyomedikal Alanda Kullanımı

Aljinatlar uzun yıllardan beri gıda alanında kullanılmakta olup, son yıllarda biyomedikal alandaki uygulamaları artış göstermiş ve bu da malzemenin önemini daha da artırmıştır. Polimer yapıdaki aljinatlar biyoyumluluğu ve biyodegradasyon yeteneği sayesinde doku mühendisliğinde, tıp ve farmasötik alanlarında da kullanım potansiyeline sahiptir.

### Aljinatın farmasötik uygulamalarda kullanımı

Aljinat jelleri, moleküler ağırlığı düşük ilaçların verilmesinde ilaç ile aljinat arasındaki birincil veya ikincil bağın ve ilaç salınım kinetiklerini düzenlemek için kullanılabileceğinin yararlı olduğu düşünülmektedir (Boonthekul ve ark., 2005). Aljinat jeller tipik olarak nano porlara sahiptir ve küçük moleküllerin jel boyunca hızlı difüzyonunu sağlamaktadır. Bununla birlikte hem kalsiyum iyonları hem de adipik asit dihidrazit (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) ile kısmen oksitlenmiş aljinate oluşturulan tanecikli yapılar katıldığı ve artan çapraz bağ sayısı nedeniyle uzun süreli bir salınım neden olduğu bildirilmiştir (Maiti ve ark., 2009). Antikanser ajanların kontrollü ve lokalize verilmesi de kısmen oksitlenmiş aljinat jelleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Birden fazla ilaç, ilacın kimyasal yapısını, katılımını ve salınım kinetiğini önemli ölçüde değiştireceğinden, eşzamanlı veya sıralı uygulamalarda aljinat bazlı jellere yüklenebilmektedir. Örneğin, metotreksat (aljinat ile etkileşimli olmayan) difüzyonla hızlı bir şekilde salınırken, aljinata kovalent bağla bağlanan doksorubisin çapraz bağlayıcının kimyasal hidrolizi ile salınmaktadır. Aljinata iyonik olarak bağlı olan mitoksantron sadece jelin ayrılmasından sonra serbest kalmaktadır (Bouhadir ve ark., 2001).

Proteinden oluşan ilaçlar günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Proteinlerin ilaç iletim sisteminde, salınımına kadar olan sürede korunmalarını sağlayacak yapılar aljinat ile elde edilebilmektedir (Lee ve ark., 2003). Aljinatların hidrofilitik ve porlu yapısı sayesinde proteinlerin aljinattan salınmaları hızlı bir şekilde olmaktadır. Vasküler endotelial büyüme faktörü ya da temel fibroblast büyüme faktörü gibi heparin bağlayan büyüme faktörleri, aynı şekilde geri dönüşümlü, sürekli ve lokalize salınımına izin veren, aljinat hidrojellerine bağlanma sergilemektedirler (Lee ve ark., 2003; Silva ve Mooney, 2010). Protein salınımını, kısmen degradasyon reaksiyonuna bağlı hale getirmek için jellerin degradasyon oranının değiştirilmesi (örneğin, kısmen oksitlenmiş aljinatın kullanılması) ile kolayca manipüle edilebilmektedir (Silva ve Mooney, 2010).

### Yara örtü malzemesi olarak aljinatın kullanımı

Yara iyileşmesi süreci hemostaz, iltihaplanma, göç, çoğalma ve yeniden modelleme olmak üzere beş aşamada gerçekleşmektedir (Eming ve ark., 2014; Frykberg ve Banks, 2015). Ciltte bir yaralanma olduğunda hemostaz ve iltihaplanma meydana gelmektedir. Fibrinojen olarak bilinen cildin bağ dokusunun büyük bir bileşeni, kanamayı durdurmak için eksüdaların ve yaradaki kanın pıhtılaşmasına yardımcı olmaktadır (Zahedi ve ark., 2010; Eming ve ark., 2014; Frykberg ve Banks, 2015). Enflamatuvar faz, yaranın enkazdan arındırıldığı ve fagositik hücreler tarafından proteazların ve reaktif oksijen türlerinin salınmasının bir sonucu olarak bakteriyel enfeksiyondan korunduğu hemostaz fazı ile eşzamanlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kan monositleri, yara bölgesinde, hasarlı kan damarlarını onarmak için büyüme faktörlerini ve fibroblastları, endotel hücrelerini ve keratinositleri alan sitokinleri serbest bırakarak doku makrofajlarına ayrılmaktadır (Frykberg ve Banks, 2015). Göç aşamasında, epitel hücreler ölü hücreleri değiştirmek için yara bölgesine doğru hareket etmektedir. Proliferasyon aşamasında, yara tamamen granülasyon dokularının oluşumuyla epitel ile kaplanmaktadır. Son aşama, fibroblastların yaranın yüzeyini yeni bir cilt tabakası olarak tamamen kapladığı dokunun yeniden modellenmesidir (Frykberg ve Banks, 2015). Bu aşamaya olgunlaşma aşaması da denmektedir (Guo ve DiPietro, 2010; Frykberg ve Banks, 2015).

Aljinat yara örtüleri, kalsiyum, magnezyum, baryum, kurşun, kadmiyum, kobalt, çinko, nikel, manganez, stronsiyum iyonları ile jel haline getirilebilmektedir (Yin ve ark., 2015; Topuz ve ark., 2012). Aljinat yara örtüleri kuru formda yara sıvısını absorbe edebilmekte ve fizyolojik olarak nemli bir ortamda kuru bir yara sağlayabilen ve bakteriyel enfeksiyonları en aza indirgeyen jeller oluşturabilmekte, böylece hızlı bir şekilde yeniden epitelizasyon ve granülasyon dokusu oluşumunu teşvik edebilmektedir. Aljinatın immünojenik

etkisi, M-bloğu miktarından kaynaklanmaktadır. Yüksek M bloğu içeren aljinat, yüksek G bloğuna sahip aljinat ile karşılaştırıldığında sitokin üretimini indüklemektedir (Szekalska ve ark., 2016).

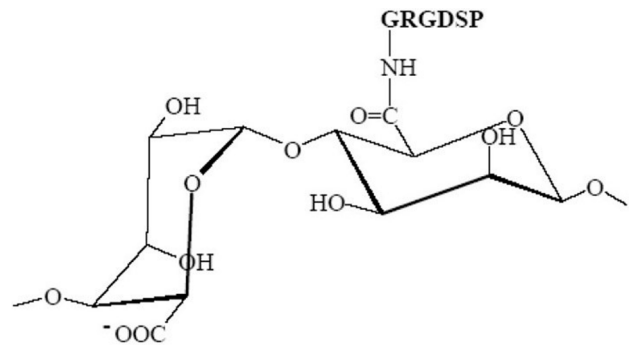
Akut ve kronik yaraların tedavisi, tıbbın birçok yönünde acil bir ihtiyaç olarak bilinmektedir. Aljinat bazlı yara örtüleri birçok avantajlı özellik sunmaktadır. Geleneksel yara örtüleri (örneğin gazlı bezler) esas olarak yara eksüdalarının buharlaşmasına izin verirken patojenlerin yaraya girmesini önleyerek yarayı kuru tutan bir bariyer fonksiyonu sağlamaktadır (Boateng ve ark., 2008). Buna karşılık, modern pansumanlar (aljinat yara örtüleri gibi), nemli bir yara ortamı sağlamakta ve yara iyileşmesini kolaylaştırmaktadır (Queen ve ark., 2004).

### Hücre kültüründe aljinat kullanımı

Aljinat jelleri, biyomedikal çalışmalarda memeli hücre kültürü için bir model sistem olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu jeller, 2-B veya daha fazla fizyolojik olarak 3-B kültür sisteminde hizmet verecek şekilde kolaylıkla adapte edilebilmektedir. Aljinat için memeli hücre reseptörlerinin eksikliği, aljinat jellerine düşük protein adsorpsiyonu ile birleştirildiğinde, bu malzemelerin, hücre yapışması için oldukça spesifik, ideal bir boş levha olarak birçok şekilde kullanımına izin vermektedir (Fischbach ve ark., 2009).

Dokuda bulunan ve doğal olarak oluşan 3B hücre ortamları ile karşılaştırıldığında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Ancak, in vitro hücre kültürü çalışmalarının çoğu, sert plastik veya cam yüzeylerde tek katmanlı (2B), kolay, rahat ve yüksek hücre canlılığına sahip olmaları nedeniyle kullanılmaktadır (Lee ve ark., 2008). Bununla birlikte, hücreleri yapay, düz ve sert bir yüzeye adapte olmaya zorlandığı takdirde hücre metabolizması değişebilmekte ve işlevselliği azaltabilmektedir (Gevaert, 2012).

Aljinat polimer omurgasına hücre adhezyonu ligandları içeren bir arginin-glisin-aspartik asit (RGD) peptidinin dahil edilmesinin, aljinat bazlı bir substrata hücre adhezyonunu arttırdığı gösterilmiştir (Rowley ve ark., 1999) (Şekil 3).



Şekil 3. RGD-aljinat'ın kimyasal yapısı (Andersen ve ark., 2015)

Figure 3. Chemical structure of RGD-alginate (Andersen et al., 2015)



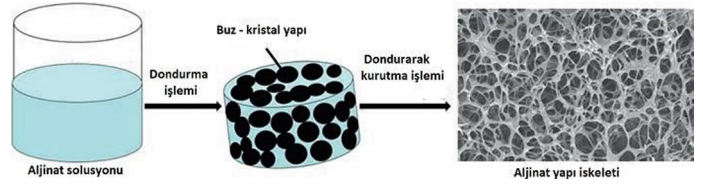
Aljinat jellerinde, ekstrarselüler maktrikse hücre adhezyonundan sorumlu RGD peptitlerinin varlığı, etkileşen miyoblastlar, kondrositler, osteoblastlar, yumurtalık folikülü ve kemik iliği stromal hücrelerin fenotipini kontrol etmesini sağlamaktadır (Wang ve ark., 2003; Hsiong ve ark., 2008; Bidarra ve ark., 2010). Aljinat jellerinde kültürlenmiş miyoblastların yapışması ve çoğalması, modifiye edilmemiş aljinat jellerine kıyasla RGD peptitlerinin aljinat omurgasına kimyasal konjügasyonu ile önemli ölçüde artmaktadır (Rowley ve ark., 1999).

#### Doku mühendisliğinde aljinat kullanımı

Doku mühendisliği 1990'dan beri geliştirilmekte olan bir alandır (Eslahi ve ark., 2016). Donör organın immünolojik yanıtı veya aşılama dokusunun instabilitesi olmadan dokunun işlevini değiştirmenin yararlı bir yolu olarak görülmektedir. Doku mühendisliği, malzemeler, hücreler ve büyüme faktörleri arasında iş birliğine dayalı bir ilkedir (Lee ve Shin, 2007). Son yıllarda aljinat jellerin vücuttaki çeşitli doku ve organların yenilenmesi için ya da yönlendirilebilen protein veya hücre popülasyonları sağlamak için çeşitli araştırmalar yapıldığı bildirilmiştir (Silva ve Mooney, 2010). Aljinat, biyomateryal olarak ve özellikle doku rejenerasyonu ya da onarımı için destekleyici matriks uygulama sistemi gibi geniş bir uygulama alanına sahip olduğundan ilgi çekicidir. Biyoyumluluk, biyobozunurluk, antijenik olmayan ve şelasyon kabiliyeti bakımından üstün özellikleri nedeniyle, aljinat doku mühendisliği dahil olmak üzere çeşitli biyomedikal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Kuo ve Ma, 2001).

#### Doku mühendisliği için iskelet yapısı

Son on yıllarda, doku mühendisliğinde iskelet yapılarına alternatif gözenekli biyomalzeme bazlı yapılar düşünülmektedir. 3B hidrojel bazlı polimerik iskelet yapıları üretmek için gaz köpüğü, dondurarak kurutma, elektro lif çekimi (electrospinning) ve hızlı prototipleme (bioprinting) gibi teknikler uygulanmaktadır (Li ve Ma, 2004). Geleneksel tekniklerden dondurarak kurutma, aljinat gibi hidrojel bazlı biyomalzemeleri iskelet imalatında kullanılmaktadır. Bir aljinat çözeltisinden, gözenekli, katı, serbest biçimli, yapı iskeletleri iki adımda imal edilebilmektedir: Dondurma ve ardından dondurarak kurutma. Yöntem, sistem içinde faz ayrılmasına ve çözücünün vakum altında süblimleşmesine neden olan boşluklar ile sonuçlanan termal kararsızlıklar oluşturmak için malzemenin donma sıcaklığı altında hızlı bir şekilde soğutulmasına dayanmaktadır (Annabi ve ark., 2010) (Şekil 4). Çeşitli işlem parametreleri arasında, donma sıcaklığı, donma hızı ve liyofilizasyondan önceki dondurma işlemi yer almaktadır. Meydana gelen yapı iskeletlerinin gözenek yapısı (genel gözeneklilik, gözenek boyutu ve gözenek morfolojisi) üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Zamora ve ark., 2002).



Şekil 4. Aljinatın dondurularak kurutulması (Sun ve Tan, 2013)

Figure 4. Freezing and drying of the alginate (Sun and Tan, 2013)

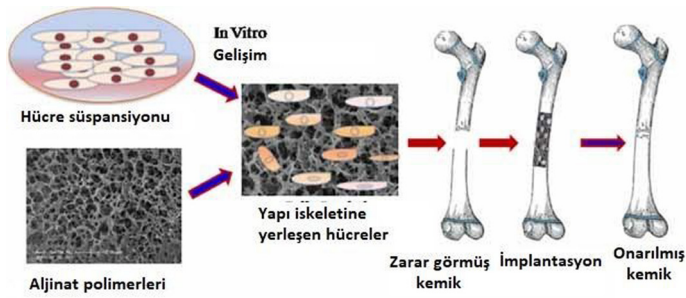
Liyofilizasyon tekniği genellikle iyonik olarak çapraz bağlı aljinat hidrojellerinden gözenekli yapı iskeletleri üretmek için kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2006; Sarker ve ark., 2015). Bununla birlikte, saf aljinnattan yapı iskeletlerinin, aljinat ağında hücre adezyon motiflerinin eksikliği nedeniyle hücre adezyonunu ve hücre metabolizmasını desteklemek için yeterli biyoyumluluk sağlamadığı iyi bilinmektedir (Sun ve Tan, 2013). Bu nedenle, hücre yapışmasını ve hücre metabolizmasını teşvik etmek için kitosan (Shapiro ve ark., 1997), jelatin (Sapir ve ark., 2011) gibi farklı polimerler, proteinler veya peptitler aljinat ile birleştirilmektedir (Florczyk ve ark., 2011). Aljinat hidrojel bazlı, gözenekli, dondurularak kurutulmuş yapı iskeletleri çoğunlukla kemik ve kırık doku mühendisliği araştırmaları için kullanılmıştır.

#### Kemik doku mühendisliğinde aljinat

Kemik doku, besin akışının geçişini sağlamanın yanı sıra hücre bağlanması, proliferasyonuna ve doku büyümesine elverişli bir biyolojik ortam sağlamak için birbirine bağlı çok sayıda gözenek yapısına sahip olması gerekmektedir. Kemik doku yapı iskeletleri implantasyon yerindeki kemik dokusu yenilenmesini desteklemek ve hem in vitro hem de in vivo hücre büyümesi sırasında bütünlüğü korumak için yeterli mekanik güce sahip olması gerekmektedir (Chu ve ark., 2002). Aljinat/hidroksiapatit kompozit yapı iskeletleri, internal jelasyon ve ardından gözenekli bir yapı elde etmek üzere dondurarak kurutma prosedürü ile hazırlanmaktadır. Nanopartiküller, laktöz modifiye edilmiş bir kitosan varlığında hazırlanmakta, bu koloidal çözelti, elektrostatik etkileşimlerden faydalanılarak yapı iskeletleri üzerine adsorbe edilmekte ve geçici olarak absorbe edilebilir kemik implantları olarak kullanılmaktadır (Marsich ve ark., 2013) (Şekil 5).

Kitosan/polipirol/aljinat kompozit yapı iskeleti, doku rejenerasyonu için bir substrat olarak işlev görebilmekte ve bir biyoreaktör sistemi ile elektriksel stimülasyon kullanılarak osteojenik hücreler ile birlikte kemik doku mühendisliği için kullanılabilir ve böylece kompozit yapının kemik rejenerasyonundaki rolü değerlendirilebilmektedir (Sajesh ve ark., 2013). Kitosan/aljinat hibrid yapı iskeletleri, geliştirilmiş mekanik mukavemet, yapısal stabilite sergilemiş, yeni kemik oluşumunu ve hızlı vaskülarizasyonu uyardığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2005).





**Şekil 5.** Kemik doku onarımında aljinat polimerleri (Khan ve Ahmad, 2013)

**Figure 5.** Alginate polymers in bone tissue repair (Khan and Ahmad, 2013)

### Kıkırdak doku mühendisliğinde aljinat

Kıkırdak doku fonksiyonlarında alternatif olarak kullanılan ya da dokuyu taklit edebilen biyomateryaller arasında kolajen (Parmar ve ark., 2015), kitosan (Muzzarelli ve ark., 2015), jelatin (Amadori ve ark., 2015), aljinat (Jeon ve ark., 2009), hiyalüronik asit (Palumbo ve ark., 2015), etilen glikol (Wang ve ark., 2017), polikaprolakton (Prabhakar ve ark., 2016) gibi doğal ve sentetik polimerler bulunmaktadır. Aljinat, kıkırdak doku uygulaması için uygun fiziksel özellikleri bünyesinde bulunduran biyolojik olarak parçalanabilen doğal bir polimerdir. Aljinat, kıkırdak rejenerasyon uygulamaları için kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır (Guarino, 2018). Hasarlı kıkırdığın onarımı hâlâ ortopedi alanının karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir. Aljinat jellerin, kondrojenik hücrelerin hayvan modellerinde, hasar görmüş kıkırdığı restore etmek için nakledilmesinde yararlı olduğu belirtilmiştir (Chang ve ark., 2001, 2003). İlk çalışmalarda, kalsiyum sülfat ile karıştırılmış bir aljinat çözeltisinde kondrosit süspansiyonu kullanılmış ve önceden şekillendirilmiş kıkırdak üretmek için yüz implantlarının kalıplarına enjekte edilmiştir. Farelerde ve koyunlar üzerinde yapılan 30 haftalık subkütan implantasyon uygulaması sonucunda üç boyutlu yapının korunması ile kıkırdak oluşturduğu, proteoglikan ve kolajen içeriği ile tasarlanmış kıkırdak elastik modülünün doğal kıkırdakta yaklaşık %80 olduğu bildirilmiştir (Chang ve ark., 2001, 2003). Aljinatlar, biyoyumluluk, hücrelerin tutunması için iyi bir iskelet yapısı oluşturma özelliği, biyoçözünürlüğü, düşük maliyeti gibi birçok özelliklerinden dolayı kıkırdak rejenerasyonu için en iyi alternatif bir malzeme olarak kabul edilmektedir (Venkatesan ve ark., 2015).

### Sonuç

Aljinat, özellikle yara iyileşmesi, ilaç iletim sistemi, in vitro hücre kültürü ve doku mühendisliği gibi birçok biyomedikal uygulama alanlarında potansiyeli yüksek bir biyomateryal olarak kabul görmektedir. Biyomedikal alanlarda aljinatın en çekici özelliklerinden biyoyumluluk, hafif jelasyon, biyodegradasyon gibi yeni

özelliklere sahip farklı türevlerinin hazırlanması için bazı modifikasyonlar gerekmektedir. Aljinat, bir yara iyileştirici malzemesi ve farmasötik bir bileşen olarak güvenli klinik kullanım geçmişine sahiptir. Kimyasal olarak modifiye edilmiş bir aljinat periodontal rejenerasyonu teşvik etmek için bir taşıyıcı olarak kullanılmaktadır (Sculean ve ark., 2001). Bununla birlikte, diğer hidrojel gibi, aljinat jeller de sınırlı mekanik sertliğe ve genel fiziksel özelliklere sahiptir.

Farklı kimyasal yapılara, moleküler ağırlığa ve çapraz bağlama işlevselliğine sahip moleküller kullanılarak, mevcut çapraz bağlama stratejileri aralığının dikkate alınması, genellikle her uygulama için uygun jeller elde edilmesini sağlamaktadır. Yakın gelecekte, tıpta kullanılan aljinat bazlı malzemelerin önemli ölçüde gelişmesi muhtemeldir. Aljinat jeller, yara iyileştirme uygulamalarında klinik olarak zaten kullanılırken, oldukça pasif bir rol oynamaktadırlar.

Aljinat jellerinden isteğe bağlı ilaç salımı, terapötik hücreler de dâhil olmak üzere birçok ilacın aktif depolarını tasarlamak için kullanılabilirliği düşünülmektedir. Aljinat için uygun hücre etkileşimli özelliklerin eklenmesi, birçok doku mühendisliği uygulamasında da çok önemli olacağı muhtemel uygulamalar arasındadır. Adhezyon ligandlarının tipi ve jellerdeki organizasyonu, hücre fenotipini ve rejenerasyon dokuların fonksiyonunu düzenleyebildikleri için anahtar değişkenlerdir. RGD peptitlerinden bugüne kadar bir hücre adezyon ligandı olarak geniş ölçüde faydalanılmakla birlikte, uygun doku ve organların uygun şekilde üretilmesi için çoklu ligandlar ve çözümler faktörlerden de faydalanabilmektedir.

Mevcut aljinatın temel özelliklerinin bilinmesi ile birlikte, yeni hücre ve doku etkileşimli aljinat jellerinin geliştirilmesi biyomedikal, farmasötik ve mühendislik alanlarındaki ilerlemeleri sağlayabileceği düşünülmektedir. Belirli bir uygulama için tasarlanan doğal kaynaklardan elde edilen sınırlı repertuarın aksine, hassas şekilde kontrol edilebilen kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip yeni aljinat sınıflarını tasarlama yeteneği bu malzemelerin kullanımında devrim yaratacaktır.

### ETİK STANDARTLARA UYUM

#### Yazarların Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

#### Etik Onay

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

## Kaynaklar

- Amadori, S., Torricelli, P., Panzavolta, S., Parrilli, A., Fini, M. & Bigi, A. (2015). Highly porous gelatin reinforced 3D scaffolds for articular cartilage regeneration. *Macromolecular Bioscience*, 15: 941-952. <https://doi.org/10.1002/mabi.201500014>
- Andersen, T., Strand, B. L., Formo, K., Alsberg, E. & Christensen, B.E. (2012). *Alginates as Biomaterials in Tissue Engineering*. In Carbohydrate Chemistry: Chemical and Biological Approaches, 37: 227-258. <https://doi.org/10.1039/9781849732765-00227>
- Annabi, N., Nichol, J. W. & Zhong, X. (2010). Controlling the porosity and microarchitecture of hydrogels for tissue engineering. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 16: 371-383. <https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2009.0639>
- Bidarra, S. J., Barrias, C. C., Barbosa, M. A., Soares, R. & Granja, P. L. (2010). Immobilization of human mesenchymal stem cells within RGD-grafted alginate microspheres and assessment of their angiogenic potential. *Biomacromolecules*, 11: 1956-64. <https://doi.org/10.1021/bm100264a>
- Boateng, J.S., Matthews, K. H., Stevens, H.N.E. & Eccleston, G.M. (2008). Wound healing dressings and drug delivery systems: A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 97: 2892-923. <https://doi.org/10.1002/jps.21210>
- Boonthekul, T., Kong, H. J. & Mooney, D. J. (2005). Controlling alginate gel degradation utilizing partial oxidation and bimodal molecular weight distribution. *Biomaterials*, 26: 2455-2465. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.06.044>
- Bouhadir, K. H., Alsberg, E. & Mooney, D. J. (2001). Hydrogels for combination delivery of antineoplastic agents. *Biomaterials*, 22: 2625-2633. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(01\)00003-5](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00003-5)
- Chang, S. C. N., Rowley, J. A., Tobias, G., Genes, N. G., Roy, A. K., Mooney, D. J., Vacanti, C. A. & Bonassar, L. J. (2001). Injection molding of chondrocyte/alginate constructs in the shape of facial implants. *Journal of Biomedical Materials Research*, 55: 503-511. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(20010615\)55:4<503::AID-JBM1043>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/1097-4636(20010615)55:4<503::AID-JBM1043>3.0.CO;2-S)
- Chang, S. C. N., Tobias, G., Roy, A. K., Vacanti, C. A. & Bonassar, L. J. (2003). Tissue engineering of autologous cartilage for craniofacial reconstruction by injection molding. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 112: 793-799. <https://doi.org/10.1097/01.PRS.0000069711.31021.94>
- Chater, P. I., Wilcox, M. D., Brownlee, I. A., & Pearson, J. P. (2015). Alginate as a protease inhibitor in vitro and in a model gut system; selective inhibition of pepsin but not trypsin. *Carbohydrate Polymers*, 131: 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.062>
- Chu, T. M., Orton, D. G., Hollister, S. J., Feinberg, S. E. & Halloran, J. W. (2002). Mechanical and in vivo performance of hydroxyapatite implants with controlled architectures. *Biomaterials*, 23: 1283-1293. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(01\)00243-5](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00243-5)
- Coluccino, L., Stagnaro, P., Vassalli, M., & Scaglione, S. (2016). Bioactive TGF- $\beta$ 1/HA alginate-based scaffolds for osteochondral tissue repair: design, realization and multilevel characterization. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 14(1): 42-52. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000249>
- Draget, K. I., Smidsrød, O., & Skjåk-Bræk, G. (2005). Alginates from algae. In: Polysaccharides and polyamides in the food industry: properties, production, and patents, 1-30.
- Eming, S.A., Martin, P. & Tomic-Canic, M. (2014). Wound repair and regeneration: Mechanisms, signaling, and translation. *Science Translational Medicine*, 6: 265-266. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3009337>
- Eslahi, N., Abdorahim, M. & Simchi, A. (2016). Smart Polymeric Hydrogels for Cartilage Tissue Engineering: A Review on the Chemistry and Biological Functions. *Biomacromolecules*, 17(11): 3441-3463. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.6b01235>
- Fischbach, C., Kong, H. J., Hsiong, S. X., Evangelista, M. B., Yuen, W., Mooney D. J. (2009). Cancer cell angiogenic capability is regulated by 3D culture and integrin engagement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 399-404. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808932106>
- Florczyk, S. J., Kim, D. J., Wood, D. L. & Zhang, M. (2011). Influence of processing parameters on pore structure of 3D porous chitosan-alginate polyelectrolyte complex scaffolds. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 98(A): 614-620. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.33153>
- Frykberg, R. G. & Banks, J. (2015). Challenges in the treatment of chronic wounds. *Advances in Wound Care (New Rochelle)*, 4: 560-582. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.33153>
- George, M., Abraham, T. E. (2006). Polyionic hydrocolloids for the intestinal delivery of protein drugs. *Journal of Controlled Release*, 114: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2006.04.017>
- Gevaert, M. (2012). Engineering 3D tissue systems to better mimic human biology. *Bridge*, 42: 48-55.
- Gombotz, W. R. & Wee, S. F. (1998). Protein release from alginate matrices. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 31: 267-285. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(97\)00124-5](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(97)00124-5)
- Guo, S. A. & DiPietro, L. A. (2010). Factors affecting wound healing. *Journal of Dental Research*, 89: 219-229. <https://doi.org/10.1177/0022034509359125>
- Guarino, V. (2018). Alginate processing routes to fabricate bioinspired platforms for tissue engineering and drug delivery. *Alginates and Their Biomedical Applications*, 101-120. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6910-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6910-9_4)
- Haug, A. (1959). Fractionation of alginic acid. *Acta Chemica Scandinavica*, 13: 601-603. <https://doi.org/10.1002/pol.1962.1206016927>
- Haugstad, K. E., Hati, A. G. & Nordgard C. T. (2015). Direct determination of chitosan-mucin interactions using a single molecule strategy: comparison to alginate-mucin interactions. *Polymers*, 7: 161-185. <https://doi.org/10.3390/polym7020161>
- Hsiong, S. X., Carampin, P., Kong, H. J., Lee, K. Y. & Mooney, D. J. (2008). Differentiation stage alters matrix control of stem cells. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 85: 145-56. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.31521>
- Huebsch, N. & Mooney, D. J. (2009). Inspiration and Application in the Evolution of Biomaterials. *Nature*, 462: 426-432. <https://doi.org/10.1038/nature08601>
- Jeon, O., Bouhadir, K. H., Mansour, J. M. & Alsberg, E. (2009). Photocrosslinked Alginate Hydrogels with Tunable Biodegradation Rates and Mechanical Properties. *Biomaterials*, 30: 2724-2734. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.01.034>
- Khan, F., & Ahmad, S. R. (2013). Polysaccharides and their derivatives for versatile tissue engineering application. *Macromolecular Bioscience*, 13(4): 395-421. <https://doi.org/10.1002/mabi.201200409>

- Khong, T. T., Aarstad, O. A., Skjåk-Bræk, G., Draget, K. I., Vårum, K. J. (2013). Gelling concept combining chitosan and alginate proof of principle. *Biomacromolecules*, 14: 2765-2771. <https://doi.org/10.1021/bm400610b>
- Kong, H. J., Lee, K. Y. & Mooney, D. J. (2002). Decoupling the dependence of rheological/mechanical properties of hydrogels from solids concentration. *Polymer*, 43: 6239-6246. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(02\)00559-1](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(02)00559-1)
- Kuo, C. K. & Ma, P. X. (2001). Ionically crosslinked alginate hydrogels as scaffolds for tissue engineering: Part 1. Structure, gelation rate and mechanical properties. *Biomaterials*, 22: 511-521. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(00\)00201-5](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(00)00201-5)
- Langer, R. & Vacanti, J. P. (1993). Tissue engineering. *Science*, 260: 920-926. <https://doi.org/10.1126/science.8493529>
- Lee, K. Y. & Mooney, D. J. (2001). Hydrogels for tissue engineering. *Chemical Reviews*, 101: 1869-1879. <https://doi.org/10.1021/cr000108x>
- Lee, K.Y., Peters, M.C. & Mooney, D.J. (2003). Comparison of vascular endothelial growth factor and basic fibroblast growth factor on angiogenesis in SCID mice. *Journal of Controlled Release*, 87: 49-56. [https://doi.org/10.1016/s0168-3659\(02\)00349-8](https://doi.org/10.1016/s0168-3659(02)00349-8)
- Lee, J., Cuddihy, M. J. & Kotov, N. A. (2008). Three-dimensional cell culture matrices: State of the Art. *Tissue Engineering*, 14: 61-86. <https://doi.org/10.1089/teb.2007.0150>
- Lee, S. H. & Shin, H. (2007). Matrices and scaffolds for delivery of bioactive molecules in bone and cartilage tissue engineering. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 59: 339-359. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2007.03.016>
- LeRoux, M. A., Guilak, F. & Setton, L. A. (1999). Compressive and shear properties of alginate gel: effects of sodium ions and alginate concentration. *Journal of Biomedical Materials Research*, 47: 46-53. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(199910\)47:1<46::AID-JBM6>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(199910)47:1<46::AID-JBM6>3.0.CO;2-N)
- Li, Z., Ramay, H.R., Hauch, K.D., Xiao, D. & Zhang, M. (2005). Chitosan alginate hybrid scaffolds for bone tissue engineering. *Biomaterials*, 26: 3919-3928. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.09.062>
- Liu, H., Lee, Y. W., & Dean, M. (1998). Re-expression of differentiated proteoglycan phenotype by dedifferentiated human chondrocytes during culture in alginate beads. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1425(3): 505-515. [https://doi.org/10.1016/S0304-4165\(98\)00105-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4165(98)00105-6)
- Liu, X., Ma, X. (2004). Polymeric scaffolds for bone tissue engineering. *Annals of Biomedical Engineering*, 32: 477-486. <https://doi.org/10.1023/B:ABME.0000017544.36001.8e>
- Liu, Z., Li, J., Nie, S., Liu, H., Ding, P. & Pan, W. (2006). Study of an alginate/HPMC-based in situ gelling ophthalmic delivery system for gatifloxacin. *International Journal of Pharmaceutics*, 315(1-2): 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2006.01.029>
- Maiti, S., Singha, K., Ray, S., Dey, P. & Sa, B. (2009). Adipic acid dihydrazide treated partially oxidized alginate beads for sustained oral delivery of flurbiprofen. *Pharmaceutical Development and Technology*, 14: 461-470. <https://doi.org/10.1080/10837450802712658>
- Marsich, E., Bellomo, F., Turco, G., Travan, A., Donati, I., Paoletti, S. (2013). Nanocomposite scaffolds for bone tissue engineering containing silver nanoparticles: preparation, characterization and biological properties. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 24: 1799-1807. <https://doi.org/10.1007/s10856-013-4923-4>
- Moe, S. T. (1995). Alginates. *Food polysaccharides and their applications*, 245-286.
- Muzzarelli, R., El Mehtedi, M., Bottegoni, C., Aquili, A. & Gigante, A. (2015). Genipin crosslinked chitosan gels and scaffolds for tissue engineering and regeneration of cartilage and bone. *Marine Drugs*, 13: 7314-7338. <https://doi.org/10.3390/md13127068>
- Mythri, G., Kavitha, K., Kumar, M. R. & Singh, S. D. (2011). Novel mucoadhesive polymers-a review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1: 37-42.
- Palumbo, F.S., Fiorica, C., Di Stefano, M., Pitarresi, G., Gulino, A., Agnello, S. & Giammona, G. (2015). In situ forming hydrogels of hyaluronic acid and inulin derivatives for cartilage regeneration. *Carbohydrate Polymers*, 122: 408-416. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.11.002>
- Parmar, P. A., Chow, L. W., StPierre, J. P., Horejs, C. M., Peng, Y. Y., Werkmeister, J. A., Ramshaw, J. A. M., Stevens, M. M. (2015). Collagen-mimetic peptide-modifiable hydrogels for articular cartilage regeneration. *Biomaterials*, 54: 213-225. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.02.079>
- Prabhakar, A., Lynch, A. P. & Ahearne, M. (2016). Self-assembled infrapatellar fat-pad progenitor cells on a poly-caprolactone film for cartilage regeneration. *Artificial Organs*, 40: 376-384. <https://doi.org/10.1111/aor.12565>
- Qin, Y. (2008). Alginate fibres: an overview of the production processes and applications in wound management. *Polymer International*, 57: 171-180. <https://doi.org/10.1002/pi.2296>
- Queen, D., Orsted, H., Sanada, H. & Sussman G. (2004). A dressing history. *International Wound Journal*, 1: 59-77. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4801.2004.0009.x>
- Ratner, B. D. & Bryant, S. J. (2004). Biomaterials: where we have been and where we are going? *Annual Review of Biomedical Engineering*, 6: 41-75. <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.6.040803.140027>
- Remminghorst, U. & Rehm, B. H. A. (2006). Bacterial alginates: from biosynthesis to applications. *Biotechnology Letters*, 28, 1701-1712. <https://doi.org/10.1007/s10529-006-9156-x>
- Rinaudo, M. (2008). Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials. *Polymer International*, 57: 397-430. <https://doi.org/10.1002/pi.2378>
- Rowley, J. A., Madlambayan, G. & Mooney, D. J. (1999). Alginate hydrogels as synthetic materials. *Biomaterials*, 20: 45-53. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(98\)00107-0](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(98)00107-0)
- Sapir, Y., Kryukov, O. & Cohen, S. (2011). Integration of multiple cell-matrix interactions into alginate scaffolds for promoting cardiac tissue regeneration. *Biomaterials*, 32: 1838-1847. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.11.008>
- Sachan, K. N., Pushkar, S., Jha, A. & Bhattacharya, A. (2009). Sodium alginate: the wonder polymer for controlled drug delivery. *Journal of Pharmacy Research*, 2:(8) 1191-1199.
- Sajesh, K. M., Jayakumar, R., Nair, S. V. & Chennazhi, K. P. (2013). Biocompatible conducting chitosan/polypyrrole-alginate composite scaffold for bone tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules*, 62: 465-471. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.09.028>
- Sarker, B., Hum, J., Nazhat, S. N., Boccaccini, A. R. (2015). Combining collagen and bioactive glasses for bone tissue engineering: a review. *Advanced Healthcare*

- Materials*, 4: 176-194. <https://doi.org/10.1002/adhm.201400302>
- Sculean, A., Auschill, T. M., Donos, N., Brex, M. & Arweiler, N. B. (2001). Effect of an enamel matrix protein on ex vivo dental plaque vitality. *Journal of Clinical Periodontology*, 28: 1074-1078. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2001.281113.x>
- Sergeeva, A., Vikulina, A. S. & Volodkin, D. (2019). Porous alginate scaffolds assembled using vaterite CaCO<sub>3</sub> crystals. *Micromachines (Basel)*, 10(6): 357. <https://doi.org/10.3390/mi10060357>
- Shapiro, L. & Cohen, S. (1997). Novel alginate sponges for cell culture and transplantation. *Biomaterials*, 18: 583-590. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(96\)00181-0](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(96)00181-0)
- Silva, E. A. & Mooney, D. J. (2010). Effects of VEGF temporal and spatial presentation on angiogenesis. *Biomaterials*, 31: 1235-1241. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.10.052>
- Sun, J. & Tan, H. (2013). Alginate-based biomaterials for regenerative medicine applications. *Materials (Basel)*, 6: 1285-1309. <https://doi.org/10.3390/ma6041285>
- Sutherland, I.W. (1991). Alginates, in: D. Byrom (Ed.), *Biomaterials; Novel Materials from Biological Sources* (pp. 309-331). Stockton: New York.
- Suzuki, T., Yamaguchi, T., & Ishida, M. (1998). Immobilization of *Prototheca zopfii* in calcium-alginate beads for the degradation of hydrocarbons. *Process Biochemistry*, 33(5): 541-546. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(98\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00022-3)
- Szekalska, M., Puciłowska, A., Szymanska, E., Ciosek, P. & Winnicka, K. (2016). Alginate: Current use and future perspectives in pharmaceutical and biomedical applications. *International Journal of Polymer Science*, 8: 1-17. <https://doi.org/10.1155/2016/7697031>
- Taylor, C., Pearson, J.P., Draget, K.I., Dettmar, P.W. & Smidsrod, O. (2005). Rheological characterisation of mixed gels of mucin and alginate. *Carbohydrate Polymers*, 59: 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.09.009>
- Tonnesen, H. H. & Karlsen, J. (2002). Alginate in drug delivery systems. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 28: 621-630. <https://doi.org/10.1081/DDC-120003853>
- Topuz, F., Henke, A., Richtering, W. & Groll, J. (2012). Magnesium ions and alginate do form hydrogels: A rheological study. *Soft Matter*, 8: 4877-4881. <https://doi.org/10.1039/C2SM07465F>
- Venkatesan, J., Bhatnagar, I., Manivasagan, P., Kang, K. H. & Kim, S. K. (2015). Alginate composites for bone tissue engineering: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72: 269-281. <https://doi.org/10.1039/C2SM07465F>
- Wang, L., Shelton, R.M., Cooper, P.R., Lawson, M., Triffitt, J.T. & Barralet, J.E. (2003). Evaluation of sodium alginate for bone marrow cell tissue engineering. *Biomaterials*, 24: 3475-3481. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(03\)00167-4](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(03)00167-4)
- Wang, Y., Yang, C., Chen, X., Zhao, N. (2006). Development and characterization of novel biomimetic composite scaffolds based on bioglass-collagen-hyaluronic acid phosphatidylserine for tissue engineering applications. *Macromolecular Materials and Engineering*, 291: 254-262. <https://doi.org/10.1002/mame.200500381>
- Wang, J., Zhang, F., Tsang, W.P., Wan, C. & Wu, C. (2017). Fabrication of injectable high strength hydrogel based on 4-arm star peg for cartilage tissue engineering. *Biomaterials*, 120: 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.12.015>
- Williams, D. F. (2009). On the nature of biomaterials. *Biomaterials*, 30: 5897-5909. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.07.027>
- Xu, S. Y., Huang, X. & Cheong, K. L. (2017). Recent advances in marine algae polysaccharides: isolation, structure and activities. *Marine Drugs*, 15: 388. <https://doi.org/10.3390/md15120388>
- Yin, M., Xu, F., Ding, H., Tan, F., Song, F. & Wang, J. (2015). Incorporation of magnesium ions into photo-crosslinked alginate hydrogel enhanced cell adhesion ability. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 9: 1088-1092. <https://doi.org/10.1002/term.2011>
- Zahedi, P., Rezaeian, I., Ranaei-Siadat, S. O., Jafari, S. H. & Supaphol, P. (2010). A review on wound dressings with an emphasis on electrospun nanofibrous polymeric bandages. *Polymers for Advanced Technologies*, 21: 77-95. <https://doi.org/10.1002/pat.1625>
- Zmora, S., Glicklis, R. & Cohen, S. (2002). Tailoring the pore architecture in 3-D alginate scaffolds by controlling the freezing regime during fabrication. *Biomaterials*, 23: 4087-4094. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(02\)00146-1](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(02)00146-1)