

DÜSTAD
JOGHENS

2018



DÜSTAD
Dünya Sağlık ve
Tabiat Bilimleri
Dergisi

JOGHENS
Journal of Global
Health & Natural
Science

ISSN: 2687-637X

Yıl: 2024 Cilt: 7 Sayı: 2



DÜSTAD
Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi
JOGHENS
Journal of Global Health & Natural Science



ISSN: 2687-637X

Yıl: 2024 Cilt: 7 Sayı: 2

Dergi Yöneticisi ve Baş Editör:

Doç. Dr. Arzu ÖNEL

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Mücahit EROĞLU

Dil Editörü

Dr. Öğrt. Üyesi ASIYE ULUĞ

Teknik Editör ve Yayın Editörü

Dr. Öğr. Üyesi Mükremin DURMUŞ

ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU

Adı	Ülke
Muzaffer ALKAN	Türkiye
Ebru KAFKAS	Türkiye
İnci KESİLMİŞ	Türkiye
Kakajan Janbekov	Türkmenistan
Rahimmammet KÜRENOV	Türkmenistan
Galib SAYILOV	Azerbaycan
Seyfeddin RZASOY	Azerbaycan
Zümrüd MANSİMOVA	Azerbaycan
Eldar HACIYEV NABİYEVIÇ	Dağıstan
Ali TOPÇUK	Almanya
Necat KEVSEROĞLU	Irak
Hüseyin BEYOĞLU	Irak
Bekezhan A. AKHAN	Kazakistan
Muhtar MIROV	Kazakistan
Roza Zh. KURMANKULOVA	Kazakistan
Anara A. KARAGULOVA	Kazakistan
Eshiev ASYLBEK	Kırgızistan
Selim BEZERAJ	Kosova
Moslem SARBAST	Macaristan
Abdulqodir TOSHQULOV	Özbekistan
Obidjon SOFİYEV	Özbekistan
Svetlana Petrovna ANZOROVA	Rusya
Redzeb Skrijelj	Sibirya
Radık GALİULLİN	Tataristan
Mehmet KARATAŞ	Türkiye

MAKALELER

- 1 The Use of Quadro-Iliac Plane Block for Postoperative Pain Management in Laparoscopic Cholecystectomy (Letter to the Editor / Editöre Mektup)

Muhammed Halit SATICI

- 2 Biogeochemistry in Akçakent Fluoride Deposits, Kırşehir, Türkiye

Mehmet Hazar BABA, Güllü KIRAT, Özlem BALBALOĞLU

- 3 Determination of Antimicrobial Effect of Extracts Produced from Some Freshwater Algae Using Different Methods

Emine ÖZPOLAT, Murat SAPMAZ

- 4 Mikrobiyom ve Spor Performansı

Emre SERİN

- 5 Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)'da Fenolün Bazı Hematolojik Parametrelere Etkisi

Muhammet Enis YONAR, Serpil MİŞE YONAR, Didem TAŞÇI

- 6 COVID-19 Pandemi Döneminde Sağlık Çalışanlarının Sağlık Haberlerini Algılama Düzeylerinin Psikolojik Sağlık Durumuna Etkisi

Zeynep KAYA, Nur Özlem KILINÇ

- 7 Antioksidan Parametrelere Fenolün Etkisinin Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)'da Araştırılması

Serpil MİŞE YONAR, Muhammet Enis YONAR

- 8 *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)'un Sindirim Kanalının Histolojisi ve Bazı Histokimyasal Özelliklerinin Araştırılması

Halit KARATAŞ, Sibel KÖPRÜCÜ

- 9 Investigation of Endohelminths in Some Fish Species Caught in the Dicle River and Keban Dam Lake

Sibel DOĞAN, Mustafa DÖRÜCÜ

- 10 Defne ve Limon Esansiyel Yağlarıyla Hazırlanan Balık (*Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843) Köftelerinin +4°C'de Kimyasal ve Duyusal Özellikleri

Nermin KARATON KUZGUN

- 11 A Bacterial Analysis of Some Fish Caught in the Bingöl Region of the Murat River

H. Bayram GÖKHAN, Ünal İSPİR, Mikail ÖZCAN, Engin ŞEKER

- 12 Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'ndan Hazırlanan Köftelerin Kimyasal ve Duyusal Kalitesi Üzerine Goji Berry Ekstraktın Etkisi

Özlem EMİR ÇOBAN

Letter to the Editor / Editöre Mektup

The Use of Quadro-Iliac Plane Block for Postoperative Pain Management in Laparoscopic Cholecystectomy

Laparoskopik Kolesistektomide Postoperatif Ağrı Yönetimi İçin Quadro-İliak Plan Bloğunun Kullanımı

Received
15 November 2024


Accepted
25 December 2024

Muhammed Halit SATICI¹

Dear Editor,

The quadro-iliac plane block (QIPB), recently described by Tulgar et al. (2024) is a novel fascial plane block targeting the quadro-iliac plane, located between the inner iliac crest and the posterior surface of the quadratus lumborum (QL) muscle. In their anatomical study, 40 mL of methylene blue injected bilaterally into the quadro-iliac plane showed extensive spread, covering the posterior and anterior surfaces of the QL muscle, the transversalis fascia, the ilioinguinal, iliohypogastric, subcostal, and genitofemoral nerves, as well as the lumbar plexus. These findings suggest that QIPB may be beneficial in the management of acute or chronic pain in the lumbosacral, abdominal, and hip regions (Tulgar et al., 2024). While limited case reports have demonstrated its potential in lumbar spine surgery, proximal femur surgery, and renal transplantation clinical applications remain underexplored (Turan and Şahin, 2024; Turan et al., 2024; Güngör et al., 2024).

We evaluated the efficacy of QIPB in a patient undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anaesthesia. Postoperatively, while the patient was positioned in the lateral decubitus position, bilateral QIPB was performed with 20 mL of 0.25% bupivacaine on each side. Pain scores were assessed using the Numerical Rating Scale (NRS) at 0, 4, 8, 12, 16, and 24 hours postoperatively. Analgesia followed a standardized protocol consisting of intravenous (IV) morphine (3 mg), paracetamol (1 g), and tenoxicam (20 mg), with an additional 1 g of IV paracetamol administered three times daily. Rescue analgesia was given with 100 mg of IV tramadol if the NRS scores was 4 or higher. The patient reported NRS scores of 1, 2, 2, 5, 3, and 1 at 0, 4, 8, 12, 16, and 24 hours, respectively. Rescue analgesia was required at 16 hours due to an NRS score of 5. Importantly, no adverse events, including nausea, vomiting, or motor block, were observed.

¹  halit_satici@hotmail.com, University of Health Sciences, Konya City Hospital Department of Anesthesiology and Reanimation, Konya, Türkiye

Compared to traditional abdominal wall blocks, the QIPB provides broader sensory coverage, potentially improving pain management in procedures such as laparoscopic cholecystectomy. Its anatomical targeting of the lumbar plexus and associated nerves may explain its efficacy in reducing pain from both somatic and visceral sources. In addition, the absence of significant adverse effects highlights its safety profile.

The QIPB represents a novel and effective regional anaesthetic technique for the management of postoperative pain in laparoscopic cholecystectomy. It is important to note that the effectiveness of QIPB is difficult to isolate due to the concurrent use of intravenous analgesics. However, as a component of multimodal analgesia, QIPB can provide significant benefits by addressing both somatic and visceral pain sources. To highlight its potential as part of multimodal strategies, randomized controlled trials are necessary to determine its standalone efficacy and feasibility. We believe this report provides valuable insights into the expanding applications of QIPB and hope it will contribute to the development of future evidence-based practice in postoperative pain management.

Conflicts of interest

None declared by the author. The author certifies that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERENCES

- Güngör, H., Ciftci, B., Koruk, I., Ince, A., Yanaral, T., & Tulgar, S. (2024). A novel and promising regional anesthesia technique in living-donor renal transplantation surgery: Quadro-iliac plane block. *Pain Medicine*, *pnae090*. <https://doi.org/10.1093/pm/pnae090>
- Tulgar, S., Ciftci, B., Ahiskalioglu, A., Bilal, B., Sakul, B. U., & Girit, M. (2024). Ultrasound-guided quadro-iliac plane block: another novel fascial plane block. *Pain Medicine*, *25*(6), 370-373. <https://doi.org/10.1093/pm/pnae018>
- Turan, E. I., Baydemir, A. E., & Şahin, A. S. (2024). Efficacy of the quadro-iliac plane block in postoperative pain management for proximal femoral nail surgeries. *Minerva Anestesiologica*, *Nov 04*. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.24.18506-9>
- Turan, E. I., & Şahin, A. S. (2024). P152 Quadro iliac plane block in lumbar stabilization surgeries a case series. *Reg Anesth Pain Med.*, *49*, A309. <https://doi.org/10.1136/rapm-2024-ESRA.486>

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

Satıcı, M. H. (2024). The use of quadro-iliac plane block for postoperative pain management in laparoscopic cholecystectomy. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, *7*(2), 89-90. <https://doi.org/10.56728/dustad.1586010>

Biogeochemistry in Akçakent Fluoride Deposits, Kırşehir, Türkiye

Article Type
Research

Received
23 July 2024

Accepted
23 December 2024

Mehmet Hazar BABA¹
Güllü KIRAT²
Özlem BALBALOĞLU³

Abstract: Fluoride (F) is the anion of hydrofluoric acid, a pungent acid in the halogen group, which evaporates at 194 °C. Fluoride (F⁻) in the human body is absorbed from food and drink. The fluoride content of surface water is important for mineral exploration and human health. The reason for the low fluoride content in foods is water. Tomato plants and soil samples taken from the fluoride deposits of Akçakent (Kırşehir) and its surroundings are the main material of the study. The formation of fluorite deposits is associated with magmatic events. These deposits are found in the form of gangue minerals on the ceilings of the plutons. In rock-forming minerals (amphibole, mica, clay, apatite, and other water-containing minerals) F⁻ only replaces OH⁻. F occurs in volcanic gases as HF. However, rocks in volcanic gas vents can be extremely altered. Hydrothermal solutions become acidic due to the absorption of fluoride. However, when they react with calcium and limestone, the pH value increases and basic fluorides are formed. Fluoride, CaF₂, is a transparent and translucent, purple, green, brown, yellow, red, blue and colorless mineral.

Keywords: fluoride, tomato, health, hydrothermal

Akçakent Florit Yataklarının Biyojeokimyası, Kırşehir

Özet: Flor (F), halojenler grubunda yer alan, keskin kokulu bir asit olan hidroflorik asitin 194 °C'de buharlaşan anyonudur. İnsan vücudundaki florür (F⁻) yiyecek ve içecekler tarafından alınır. Yüzeysel sularının florür içeriği maden aramaları ve insan sağlığı açısından önemlidir. Gıdalardaki düşük florür içeriğinin nedeni sudur. Akçakent (Kırşehir) florit yatakları ve çevresinden alınan domates bitkileri ve toprak örnekleri çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Florit yataklarının oluşumu magmatik olaylarla ilişkilidir. Bu yataklar plütonların tavanlarında gang mineralleri şeklinde bulunur. Kaya oluşturan minerallerde (amfibol, mika, kil, apatit ve diğer su içeren mineraller) F⁻, yalnızca OH⁻'in yerini alır. Volkanik gazlarda büyük miktarda florür HF formunda bulunur. Ancak volkanik gaz çıkışlarındaki kayalar aşırı miktarda alterasyona maruz kalabilir. Hidrotermal çözeltiler florür içemesiyle asidik hale gelir. Ancak kalsiyum ve kireçtaşı ile reaksiyona girdiklerinde pH değeri yükselir ve bazik floritler oluşur. Florit mor, yarı saydam, şeffaf, mavi, yeşil, sarı, kahverengi, kırmızı ve renksiz bir mineraldir.


Anahtar kelimeler: flor, domates, sağlık, hidrotermal

INTRODUCTION

The fluoride content of surface water is important for two different reasons: human health and mineral exploration. The level normally considered harmful is well below 1.5 ppm (Council Directive, 1998; Directive (EU) 2020; WHO, 1996; WHO, 2008; WHO, 2017). The formation and distribution of fluorite-

¹  hzr_znr@hotmail.com, Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering, Yozgat/Türkiye.

²  Corresponding author, gullu.kirat@yobu.edu.tr, Yozgat Bozok University, Faculty of Engineering, Yozgat/Türkiye.

³  ozlem.balbaloglu@yobu.edu.tr, Yozgat Bozok University, Medical Faculty, Yozgat/Türkiye.

bearing mineral deposits (Pirisi & Valera, 1974) and/or some types of volcanic activity, including thermal springs, and their products have a direct or indirect influence (Caboï et al., 1986; Calderoni et al., 1993; Yirgu et al., 1999; Edmunds & Smedley, 2013). F-bearing minerals occur as major constituents or in trace amounts in various ore associations. Fluorite is the most abundant and most widespread mineral. F-bearing compounds include fluorapatite, monazite, bastnaesite, topaz, etc., and related ore deposits may be located in a variety of settings (hydrothermal deposits, carbonatite complexes and kimberlites (fluorophlogopite: Plimer, 1984) (Serra et al., 2022).

This study is based on the dissertation entitled "Yeniyapan Köyü (Akçakent - Kırşehir) Florit Yataklarında Kirlilik Parametreleri ve Bölgedeki İnsanlarda İdrar Analizleri", completed in 2022.

GEOLOGY of The REGION

The Akçakent gabbros of the region crop out in the central parts of the study area and around Akçakent (Figure 1). They were first described as hornblende gabbro and fine crystalline gabbro by Önen and Unan (1988) and as isotrope and cumulate gabbro by Yılmaz and Boztuğ (1998). It was stated by Erler and Bayhan (1995) that it is a part of the Upper Cretaceous aged Ophiolitic Melange. Göncüoğlu and Türeli (1993) stated that Akçakent gabbro is part of the Izmir - Ankara ocean volcanic arc. These gabbros tectonically overlie the Çökelik Volcanites along north-south reverse faults in the western part. They are overlain by Upper Paleocene-Oligocene aged basin fills and Neogene age units. As the Akçakent Gabbros were moved and deposited on the units in the study area, they entered into the intrusives in the form of large blocks during the uplift of the syenite intrusives. The syenites that cut the gabbros show a sharp contact relationship with the gabbros. It is represented mainly by isotropic and to a lesser extent cumulate gabbros. The dark green rocks are generally phaneritic and sometimes pegmatitic in texture. In addition, they have a cracked and fractured structure due to faults in the study area and as a result they have been subjected to alteration (Figure 2) (Deniz, 2016; Baba, 2022).

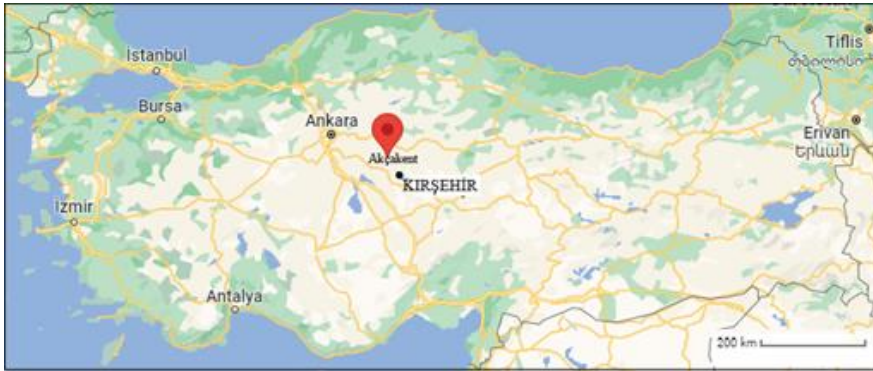


Figure 1. Location map of the Kırşehir - Akçakent study area.

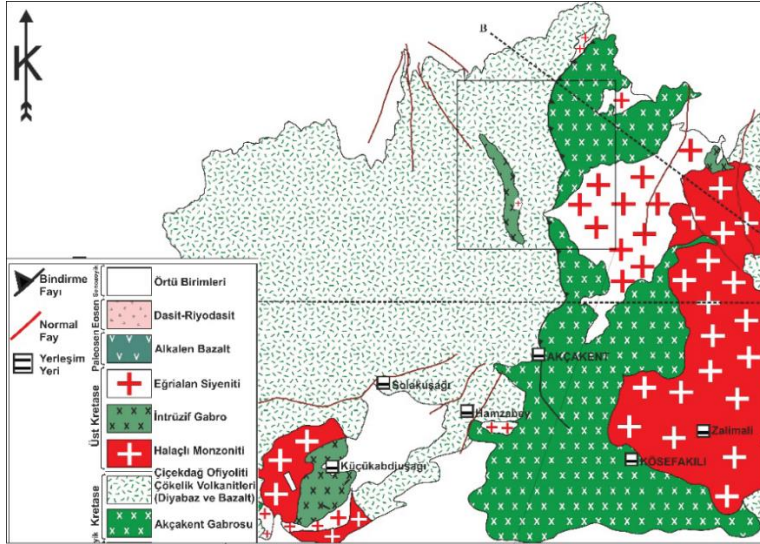


Figure 2. Geological map of the study area (Deniz, 2016; Baba, 2022).

MATERIALS and METHODS

Tomato plants and soil samples taken from the Akçakent (Kırşehir) fluorite deposits and their surroundings are the main material of the study (Figure 3). Soil and plant samples should be collected from open areas where the depositional environment is unlikely to be disturbed. Sampling the depth profile can provide a complete soil characterization. It is preferable to take conjugate samples of crops or vegetables growing in agricultural soils. Care should be taken to avoid soil particles adhering to the samples during plant preparation procedures (Barnekow et al., 2019; Baba, 2022).



Figure 3. A view of the study area and its surroundings.

The collected plant samples taken were prepared for analysis according to the method of Benton and Jones (1984) and Dunn (2007). Tomato plant samples (7) were first washed thoroughly in tap water. The plant was then separated into its organs (root and fruit), washed in pure water (Figure 4) and it was dried at room temperature in a laboratory environment. The dried plant samples were dried at 60 °C for 24 hours to remove moisture. These dried samples were burned in porcelain crucibles in a muffle furnace starting from 50 °C to 550 °C for 10 hours in a flameless environment. The ash samples were mixed with 5 ml of concentrated HCl and completed to 25 ml with deionised water (Demir & Özdemir, 2013). Soil samples were prepared for analysis considering the method suggested by Brooks et al. (1992) and Dunn (2007) (Baba, 2022)..

Soil samples from the region were collected by passing through a plastic sieve with a 2 mm aperture

(Kirat and Aydın, 2016a). After drying in an oven at 80 °C, these samples were passed through a -80 mesh sieve to obtain 0.1 g and placed in polyethylene containers (6 pieces) (Figure 4). These samples were evaporated after adding 10 ml of concentrated HF+HNO₃ (1:1) mixture and 7 ml of concentrated HCl was added to these samples and evaporated again. The residual material obtained was dissolved in 7 ml of concentrated HCl and then immediately added to 25 ml of deionised water (Demir and Özdemir, 2013; Baba, 2022).



Figure 4. Tomato and soil samples from the study area.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, the results of the analysis were statistically evaluated (minimum, maximum, standard deviation, mean, median, mode, skewness and Kurtosis) using SPSS 15.0 for Windows (Table 1).

The maximum limits for heavy metals in soil and plants as specified by the Food and Agriculture Organization (FAO), the World Health Organization (WHO) and the US Environmental Protection Agency (US EPA) are shown in Table 1 (Ediene and Umoetok, 2017; Onyedikachi et al., 2018; Özkan, 2017; Kul et al., 2021).

Seven tomato plants collected from the study area were analysed for elements by ICP-MS and F by IC. The statistical values of the analyzed elements were calculated in ppm. It was observed that the mean values of Mg, Mn, Co, Cu, Zn, Mo, Sn, Sb and Pb were greater than the standard deviation values. The fact that the mean and median values are close to each other shows that there is a normal distribution in the data. It is also observed that the median and mean values are greater than the mode value.

Kurtosis values between -2 and +2 indicate that there is a normal distribution among the variables (Eraslan et al., 2017). The Skewness values are between -1 and +3, while Kurtosis values are between -1 and +7. These values indicated that the Skewness and Kurtosis values have a non-normal distribution. Since the mean values are slightly larger than the median values, there is a positive Skewness (Table 2).

Accumulation of heavy metals in plants occurs when heavy metals in soil and water are transferred to plants during irrigation. In addition, heavy metals in the air can be transferred to the plant by dust particles and heavy metals can accumulate in the plant. The accumulation of heavy metals in soils prevents the uptake of nutrients needed by plants (Mengoni, et al., 2000; Jayakumar et al., 2007; Yerli et al., 2020).

Metal concentrations in plants vary between plant species. The transfer of heavy metals from soil to plants occurs either through the water they are supplied with or through transport across the plasma membrane of the root epidermal cell (Kirat & Aydin, 2015). Soil pollution, particularly from land use, is a major environmental problem in both developed and developing countries (Chen et al., 2009). Heavy metals are particularly important because they are toxic, carcinogenic and persistent in the environment (Kirat, 2020b).

Unlike organic pollutants, heavy metals are insoluble and non-degradable. Elements such as iron, cadmium, cobalt, lead, magnesium, nickel, tin, copper, zinc, chromium, silver and manganese, which are positively charged (cationic) in nature, and arsenic, molybdenum and fluorine, which are negatively charged (anionic) compounds, cause soil contamination (USDA 2000; Deniz Çiftçi, 2018).

Soils contaminated with heavy metals pose a risk to both for human health and the ecosystem, which has led to an increase in research on this issue in recent years (Asrari, 2014). As is found in the soil together with organic matter and enters into water and plants through the oxidation of these substances (Deniz Çiftçi, 2018). Cu is absorbed by, clays, oxides, carbonates and organic matter (Pendias, 2001; Kalender et al., 2009). Pb forms soluble complex ions with sulphates, bicarbonates and carbonates (Sposito, 1989). Zn is absorbed by organic matter, clay minerals and oxides (Kalender et al., 2009) or can be displaced by ion exchange (Wilson et al., 2008; Kirat & Aydin, 2016b).

The transfer from soil to plants varies with plant species, soil composition and the amount of acidity. Fe and Al oxides in soil adsorb and retain ionic As compounds in acid and neutral soils. As speciation in terrestrial plants showed that inorganic As species were more abundant (Ruiz-Chancho et al., 2008). In a study on tomato plants, it was determined that organic As species (Monomethyl arsonic acid (MMA) and dimethyl arsonic acid (DMA)) rather than inorganic As species were found to be transferred from soil to the plant and it was observed that plant growth slowed down and fruit yield decreased with the passage of these organic As species (Burló et al. 1999; Deniz Çiftçi, 2018).

While plants take up certain metals they need, some plants absorb many metals (Mganga et al., 2011). As they constantly accumulate elements in their bodies, plants either die or undergo physiological and morphological changes (Kirat, 2017).

Table 1. Maximum heavy metal limit values determined by WHO/FAO and US EPA (ppm) (Kul et al., 2021; Baba, 2022).

Elements	WHO (ppm)		WHO (ppm)	US EPA (ppm)
	Edible plant	Plant	Soil	
Mg	-	-	-	-
Cr	-	0.5	-	400
Mn	2	-	0.2	-
Fe	20	30	-	-
Co	-	-	-	-
Ni	-	5	5	-
Cu	3	5	12	200
Zn	47.4	50	60	300
Cd	0.21	0.5	0.5	400
Pb	0.43	2	10	300

Cr is a toxic element for plants and enters the plant body together with transporters during the uptake of other elements required for plant metabolism (Yıldız et al., 2011). In Table 1, the WHO value of 0.5 ppm for Cr in plants was found to be equal to and higher than the WHO values in plant root samples at sites T1, T3, T4 and T6. Soil levels were higher than those recommended by the WHO (0.2 ppm) and lower than those recommended by US EPA (400 ppm) (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

Significant amounts of Cd pollution occur with the widespread use of phosphate fertilisers (Kırat, 2023), coal, flue gases from industrial production, refined petroleum derivatives and detergents (Kahvecioğlu et al., 2003; Okcu et al., 2009; Kul et al., 2021). Cd is not essential for plant growth (Allen, 1989). However, it is easily transported between plant organs. It can have high levels in the roots and leaves of the plant. The Cd value of plants growing in areas not affected by pollution is in the range of 0.01-0.3 ppm (Allen, 1989; Özmen & Koç, 2006). Table 1 shows that the WHO Cd level of 0.21 ppm in edible plants is low in plant roots and tomato samples. The soil values are lower than the values recommended by WHO (0.2 ppm) and US EPA (400 ppm) (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

The element Mn is necessary for plants. The value of Mn in dry matter in the above-ground organs of the plant is in the range of 15- 25 ppm (Topbaş et al., 1998). When the Mn values obtained from the literature given in Table 1 and the Mn values obtained in this study were examined to determine the contamination, it was found that the Mn element in the edible plant (2 ppm by WHO in the literature) was higher than the normal value (8.78- 13.91 ppm) in the roots of the plant, while the highest Mn element in the soil in the region (not specified by WHO and US EPA in the literature) was 95.37 ppm. When the Mn element in the soil is compared with the literature (20-800 ppm), it is found that the soil in the region is not polluted in terms of Mn and is at normal values (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

Since Pb has toxic properties in plants, it is not a factor for plant growth (Jones & Belling, 1967). Considering the Pb values obtained from the literature and this study given in Table 1, the Pb element in the edible plant (0.43 ppm by WHO in the literature) was found to be higher than the normal value in the roots of the plant (at sites K5 and K6). When the Pb element in the soil is compared with the

literature (300 ppm by US EPA), it can be said that the soil in the region is not polluted with Pb (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

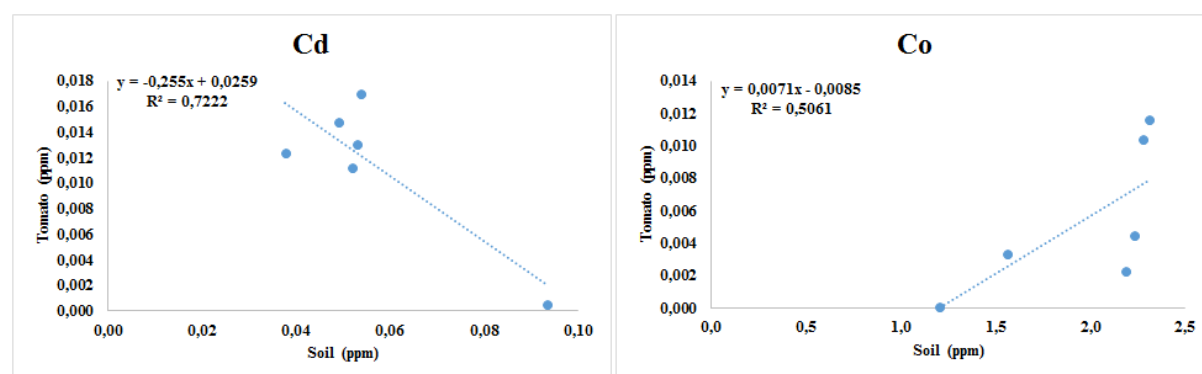
Cu and Zn are essential elements for plant growth and development (Kirat, 2020a). They are elements that can cause toxicity in humans, agricultural products and aquatic organisms even at low levels. Excessive levels of Cu, Zn, Cd, Ni and Pb elements cause toxic effects in plants (Okcu et al., 2009; Kul et al., 2021). Considering the Cu values obtained from the literature and this study given in Table 1, the Cu element in edible plant (3 ppm by WHO in the literature) was found to be higher than the normal value in the roots of the plant at all sites. When the Cu element in the soil is compared with the literature (200 ppm by USEPA), it can be said that the soil in the region is not polluted in terms of Cu (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

Table 2. Statistical analysis results of tomato samples taken from Akçakent region (Mg, Mn and Fe values %; other element values ppm) (Baba, 2022).

Elements	Samples	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Mean	Median	Mode	Skewness	Kurtosis
Mg	7	1.300	78.4	27.9	42.2	38.7	1.3	-0.1	-0.9
Cr	7	0.000	0.60	0.20	0.19	0.10	0.10	1.97	4.51
Mn	7	0.000	0.60	0.22	0.29	0.20	0.20	0.25	-1.37
Fe	7	0.100	9.30	3.10	2.53	1.40	0.10	2.27	5.52
Co	7	0.000	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.86	-0.55
Ni	7	0.001	0.30	0.09	0.10	0.08	0.08	1.94	4.98
Cu	7	0.010	0.60	0.22	0.29	0.20	0.20	0.29	-1.37
Zn	7	0.030	1.50	0.53	0.90	1.00	0.03	-0.61	-0.52
As	1	0.000	0.00	*	0.00	0.00	0.00	*	*
Mo	7	0.000	0.13	0.04	0.06	0.06	0.00	0.48	0.76
Ag	5	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
Cd	7	0.001	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.88	-0.15
Sn	7	0.200	26.60	8.00	9.94	8.40	0.20	1.67	4.39
Sb	7	0.002	0.11	0.04	0.06	0.08	0.00	-0.74	-1.29
Pb	7	0.002	0.15	0.05	0.08	0.10	0.11	-0.71	-0.81
F	7	0.003	6.90	2.51	1.22	0.27	0.00	2.63	6.92

(*values could not be calculated since they were below the detection limit).

When we look at the elemental correlation between the tomato of the studied plant and the soil on which this plant grows, it is observed that Cu, Co, Mg, Fe, Cd, Ni and Pb elements are highly correlated, i.e. Cu, Co, Mg, Fe, Cd, Ni and Pb are transferred from the soil to the tomato plant (Figure 5) (Baba, 2022).



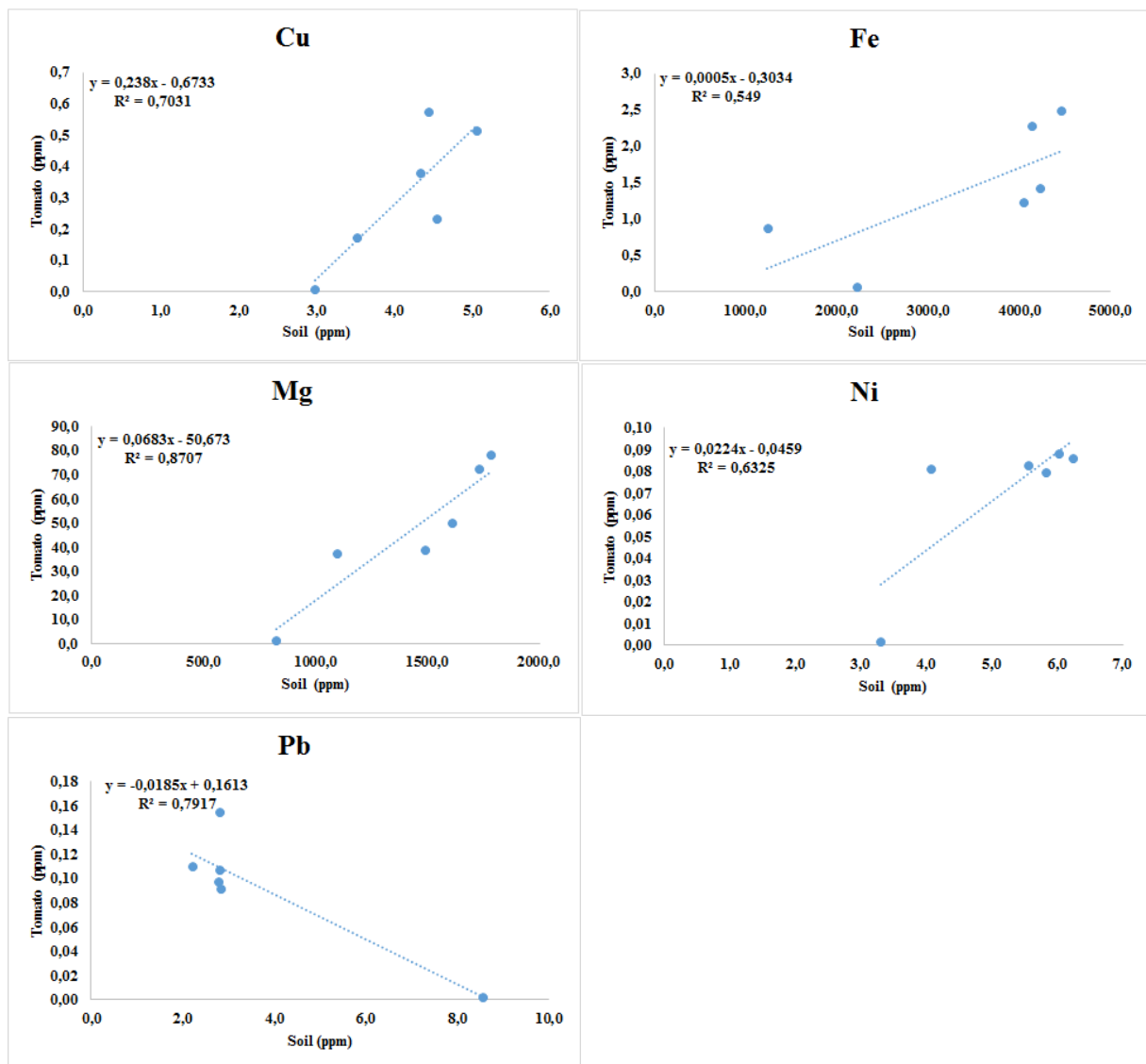


Figure 5. Element correlations between tomato and soil (Baba, 2022).

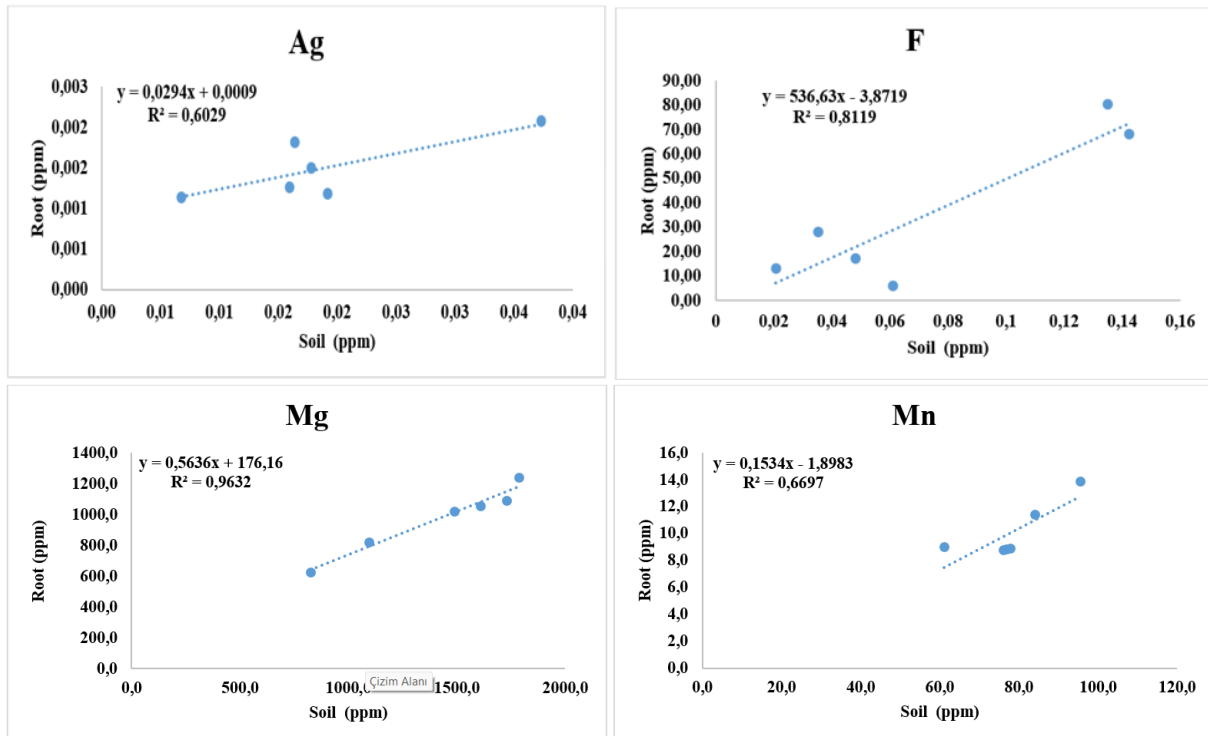
It was observed that the mean values of the elements studied in plant roots were greater than the standard deviation values. The fact that mean and median values are close to each other shows that there is a normal distribution in the data. In addition, the median and mean values are greater than the mode value. The Skewness values are between -1 and +2 while the Kurtosis values are between -1 and +3. These values show that the Skewness and the Kurtosis values have a distribution close to normal (Table 3) (Baba, 2022).

Looking at the Zn values obtained from the literature and this study given in Table 1, it was found that the Zn element in the edible plant (47.4 ppm by WHO in the literature) was lower than the normal value in the roots of the plant at all sites. When the Zn element in the soil is compared with the literature (300 ppm by US EPA), it can be said that the soil in the region is not polluted in terms of Zn (Table 2 - Table 4) (Baba, 2022).

Table 3. Statistical analysis results of root samples taken from the study area (Mg, Mn and Fe values %; other element values ppm) (Baba, 2022).

Elements	Samples	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Mean	Median	Mode	Skewness	Kurtosis
Mg	6	625.2	1242.9	219.3	977.2	1040.2	625.2	-0.8	0.1
Cr	6	0.30	0.90	0.22	0.55	0.50	0.50	0.79	0.07
Mn	6	8.80	13.90	2.09	10.15	8.95	8.90	1.53	1.42
Fe	6	100.6	347.9	87.9	195.4	173.5	100.6	1.1	1.2
Co	6	0.10	0.40	0.10	0.22	0.20	0.20	1.44	3.60
Ni	6	0.30	1.30	0.33	0.75	0.75	0.80	0.62	1.88
Cu	6	3.20	3.60	0.15	3.38	3.35	3.30	0.42	-0.86
Zn	6	6.0	19.3	5.4	12.4	12.9	6.0	-0.1	-1.8
As	6	0.20	0.50	0.11	0.30	0.30	0.30	1.37	2.50
Mo	6	0.20	0.50	0.10	0.33	0.30	0.30	0.67	0.59
Ag	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.31	-0.10
Cd	6	0.04	0.16	0.04	0.08	0.08	0.04	1.13	1.08
Sn	6	6.40	9.80	1.31	8.60	9.05	6.40	-1.13	0.30
Sb	6	0.06	0.12	0.02	0.09	0.08	0.07	0.63	-0.75
Pb	6	0.14	0.61	0.19	0.31	0.24	0.18	0.96	-0.43
F	6	6.3	80.5	31.0	35.7	22.9	6.3	0.8	-1.5

When the elemental correlation between the root of the tomato plant and the soil on which this plant grows was examined, it was observed that the elements Ag, F, Mg, Mn, Ni, Pb and Sn passed from the soil to the root of the plant, which showed high correlation (Figure 6) (Baba, 2022).



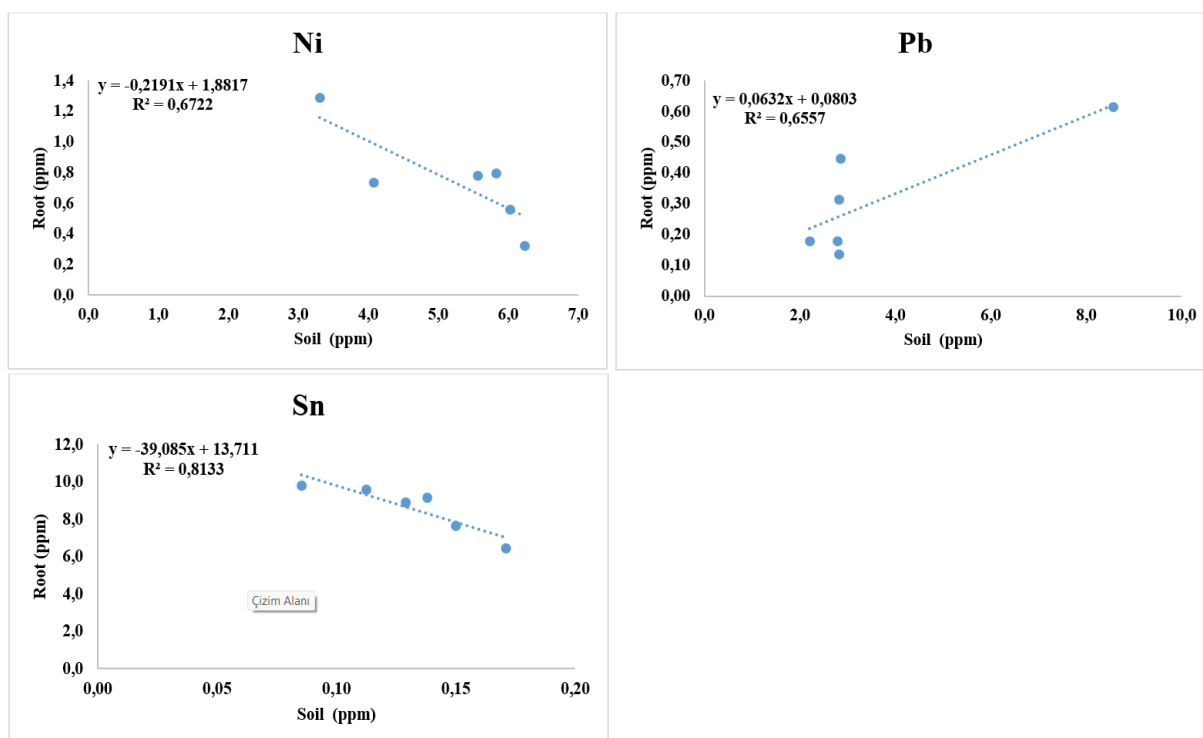


Figure 6. Element correlations between tomato root and soil (Baba, 2022).

It was observed that the mean values of the elements analysed in the soil samples were greater than the standard deviation values. The fact that the mean and median values are approximately similar indicates a normal distribution. It is also observed that the mode values are smaller than the median and mean values. The skewness values range between -1 and +3 while the Kurtosis values range between -1 and +6. These values show that the Skewness and Kurtosis values have a non-normal distribution (Table 4) (Baba, 2022).

As, Cd, Cr, Ni and Pb are the most abundant heavy metals in soils (Wuana and Okieimen, 2011). Heavy metals, which contaminates soils in different ways accumulate in the soil and cause heavy metal pollution. Soil texture, soil water content, organic carbon, soil temperature, clays, phosphorus, bicarbonates and carbonate cause the movement of heavy metals in the soil. Clay soils can adsorb heavy metals because they have high cation exchange properties. Furthermore, due to their high cation exchange properties, heavy metals accumulate in soils rich in organic matter and cause toxicity in plants (Montiel-Rozas et al., 2016). Since heavy metals are strongly bound to clays and organic matter, the accumulation of heavy metals in soil is higher especially in the upper part of soils (Yerli et al., 2020) (Baba, 2022).

Fluorine in soil is associated with micas and other clay minerals (Tylenda, 2011). While the F content of soils generally varies between 150-400 ppb, this value can reach up to 1000 ppm in clay soils (Chatterjee et al., 2020). The lowest F value in the soil samples in the study area is 0.02, the highest is 0.14 and the average is 0.07 ppm (Baba, 2022).

Table 4. Statistical analysis results of soil samples from the study area (Mg, Mn and Fe values %; other element values ppm) (Baba, 2022).

Elements	Samples	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Mean	Median	Mode	Skewness	Kurtosis
Mg	6	824.9	1784.6	381.8	1421.3	1548.5	824.9	-0.9	-0.8
Cr	6	4.6	14.3	3.8	11.5	13.3	4.6	-1.6	1.8
Mn	6	61.2	95.4	11.2	78.6	77.4	61.2	-0.1	1.5
Fe	6	1237.8	4458.2	1329.3	3387.7	4089.5	1237.8	-1.1	-0.5
Co	6	1.20	2.30	0.46	1.97	2.20	2.20	-1.24	-0.03
Ni	6	3.30	6.20	1.18	5.17	5.70	3.30	-1.04	-0.76
Cu	6	3.00	5.10	0.77	4.17	4.40	3.00	-0.62	-0.67
Zn	6	8.1	20.4	4.3	12.0	10.7	10.7	2.0	4.6
As	6	1.70	3.60	0.74	2.57	2.80	2.80	-0.12	-0.92
Mo	6	0.07	0.26	0.07	0.12	0.10	0.10	2.27	5.42
Ag	6	0.00	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.44	1.33
Cd	6	0.04	0.10	0.03	0.06	0.05	0.05	0.93	-1.43
Sn	6	0.09	0.17	0.03	0.12	0.12	0.09	0.64	-0.30
Sb	6	0.36	0.48	0.04	0.41	0.40	0.40	1.36	3.13
Pb	6	2.20	8.60	2.43	3.67	2.80	2.80	2.39	5.81
F	6	0.02	0.14	0.05	0.07	0.05	0.02	0.70	-1.80

Spearman correlation coefficients were calculated to compare the elements analysed. These coefficients range between -1 and +1. If this correlation coefficient value is +1, it can be said that there is a positive linear relationship between the elements compared, if this value is -1, it can be said that there is a perfect linear relationship between the elements in the negative direction. If this coefficient value is 0 (zero), it can be said that there is no linear relationship between the elements (Baba, 2022).

While a very high positive correlation is observed between Fe-As, Fe-Co-As, Mo-Pb, Cu-As; Cr-Cu, Fe-Co, Mn-Sb, Fe-Sb, Zn-Mo, Co-As, Zn-Pb, Cr-Ni, Mg-Cu, Cr-As, Fe-Cu, Mn-Zn, Co-Sb, Mo-Ag, Ni-Cu, Mo-Cd, Ag-Pb, Cd-Pb Ag-Sn high; Mg-Ni, Mg-Cr, Cr-Fe, Mn-Fe, Cr-Co, Mn-Mo, Mn-Pb, Mn-Ag, Fe-Ni, Zn-Ag, Co-Ni, Zn-Cd, Pb-Sn, Mo-Sn medium; Cr-Zn, Mn-Mg, Mn-Co, Mn-Sn, Mn-As, Fe-Sn, Ag-Sb, Cd-Sb, Zn-Sn weak; Cr-Mn, Mg-F, Mn-Cu, Fe-Cd, Fe-Zn, Cd-Sn, Co-Sn, very weak correlation is observed. Weak between Zn-F, Mn-F intermediate between Sb-F, Cd-F, Ag-F high between Sn-F and very high negative correlation is observed between Pb-F, Mo-F (Table 5) (Baba, 2022).

Table 5. Spearman correlation coefficient values between the analyzed elements (Mg, Mn and Fe values in %; other element values in ppm) (Baba, 2022).

	Mg	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	F
Mg	1															
Cr	,543	1														
Mn	,429	,200	1													
Fe	,943(**)	,600	,657	1												
Co	,971(**)	,559	,353	,912(*)	1											
Ni	,600	,800	-,200	,500	,667	1										
Cu	,771	,886(*)	,200	,714	,736	,700	1									
Zn	-,058	,319	,754	,232	-,149	-,300	,116	1								
As	,926(**)	,802	,463	,926(**)	,890(*)	,632	,926(**)	,188	1							
Mo	-,169	,169	,676	,169	-,174	-,224	-,169	,857(*)	,000	1						
Ag	-,213	,030	,577	,030	-,125	-,224	-,213	,616	-,098	,718	1					
Cd	-,030	,213	,395	,213	-,125	-,224	-,030	,616	,098	,718	,032	1				
Sn	,086	,143	,486	,314	,235	,200	-,143	,319	,093	,676	,759	,213	1			
Sb	,754	Cr-Sb,	,899(*)	,899(*)	,702	,100	,406	,456	,705	,429	,308	,308	,464	1		
Pb	-,169	,169	,676	,169	-,174	-,224	-,169	,857(*)	,000	1,0(**)	,718	,718	,676	,429	1	
F	,200	,086	-,429	-,086	,147	,100	,429	-,464	,185	-,845(*)	-,516	-,698	-,771	-,319	-,845(*)	1

CONCLUSION

The Fluorine is present the Earth's crust at 0.03%. Fluorspar, fluorapatite, cryolite, mica, tourmaline and hornblende are minerals rich in fluoride. Fluorite, sirolite and fluorapatite found in volcanic rocks, mica minerals cause high amounts of fluoride in natural waters.

It was observed that the elemental values of Cd, Cu, Mn, Pb, Zn and F in tomato plants grown in Akçakent Yeniyanan village and the roots of this plant were lower than the literature data.

According to the analysis results, the distribution of F element varies in different locations of the study area varies. This indicates the presence of mineralisations with different characteristics in the study area. More detailed investigations should be carried out to determine the mineralisations in the region.

Acknowledgement

This study was produced from a master's thesis and was supported by Yozgat Bozok University Research Projects Unit (BAP) with the code 6601a-FBE/20-399.

Conflict of interest

There is no conflict of interest among the authors.

REFERENCES

- Ağar, Ş. (2017). *Sakarya çevresindeki su örneklerinde bazı anyonların tayininde iyon kromatografi metodunun kullanılması* [Master's Thesis], 10-14, Sakarya Üniversitesi.
- Allen, S.E. (1989). *Analysis of Ecological Materials*, 2nd ed. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Asrari, E. (2014). *Heavy metal contamination of water and soil: analysis, assessment, and remediation strategies*. CRC Press, USA.
- Baba, M.H. (2022). *Yeniyanan Köyü (Akçakent - Kırşehir) florit yataklarında kirlilik parametreleri ve bölgedeki insanlarda idrar analizleri* [Master's Thesis]. Yozgat Bozok University

- Barnekow, U., Fesenko, S., Kashparov, V., Kıs-Benedek, G., Matisoff, G., Onda, Yu, Sanzharova, Tarjan, N.S., Tyler, A., Varga B. (2019). Guidelines On Soil And Vegetation Sampling For Radiological Monitoring, International Atomic Energy Agency Vienna
- Benton, J. and Jones, R. (1984). Developments in the measurement of trace metal in foods. *Analytical Food Contrum*, 157-206
- Brooks, R.R., Baker, A.J.M. and Malaisse, F. (1992). Copper flowers national geographic. *Research and Exploration*, 8(3), 338-351.
- Burló, F., Guijarro, I., Carbonell-Barrachina, AA., Valero, D., Martínez-Sánchez, F. (1999). Arsenic Species: Effects on and Accumulation by Tomato Plants. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 1247–1253.
- Caboi, R., Cidu, R., Fanfani, L., et al. (1986). Geochemistry of thermal waters in Sardinia (Italy). in fifth int. symp. on water-rock interaction. Int. Ass. of Geochemistry and Cosmochemistry, Orkustofnun, Nat. Energy Aut., Reykyavik –Iceland, 92–95.
- Calderoni, G., Masi, U., Petrone, V., (1993). Chemical Features of Springwaters from the East African Rift. A Reconnaissance Study. In: Abbate E, Sagri M, Sassi FP, (eds.), Geology and mineral resources of Somalia and surrounding regions. Ist. Agron. Oltremare, Firenze. *Relaz. e Monografie*, 113: 699–710.
- Chatterjee, N., Sahu, G., Bag, A.G., Plal B. and Hazra, G.C. (2020). Role of fluoride on soil, plant and human health: a review on its sources, toxicity and mitigation strategies, *International Journal of Environment and Climate Change* 10(8), 77-90, 2020; Article no.IJECC.58556, DOI: 10.9734/IJECC/2020/v10i830220
- Chen CW, Kao CM, Chen CF, Dong CD., 2009. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere*. 66(8):1431–40.
- Council Directive of 3 November (1998). on the quality of water intended for human consumption. *Off J Eur Union L* 330: 32–54.
- Demir, E. ve Özdemir, Z. (2013). Kazanlı - Mersin bölgesinde Cu, Mn, Zn, Cd ve Pb için biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi ve çevresel ortamın yorumlanması, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 37 (2), 119-140
- Deniz, K. (2016). *Akçakent (Kırşehir) foïd içerikli magmatik kayaların zamansal ve mekânsal konumu* [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Deniz Ciftci, T. (2018). Toprakta Asidik ve Bazik Sulara Arsenik, Bakır, Demir, Kurşun Geçişinin İncelenmesi, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi Dergi*, 8(1),73-78, DOI: 10.7212%2Fzkufbd.v8i1.812
- Directive (EU) (2020). 2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. *Off J Eur Union L* 435: 1–62.
- Dunn, C. (2007). Biogeochemistry in mineral exploration. Consulting Geochemist, 480 s.
- Ediene, V.F. and Umoetok, S.B.A. (2017). Concentration of heavy metals in soils at the municipal dumpsite in Calabar Metropolis. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 3(2), 1-11.
- Edmunds, W.M., Smedley, P.L., (2013). Fluoride in Natural Waters. In: Selinus O (eds.), *Essentials of Medical Geology*, Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4375-5_13

- Eraslan, M., Karafil, A.Y., Akgül, M.H. and Korkmaz, S. (2017). Üniversiteler arası spor müsabakalarına katılan muay thai sporcularının şiddet eğilimlerinin değerlendirilmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 404-412. Doi: 10.20875/makusobed.359528
- Fluorit, (1979). Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Araştırma Müdürlüğü Kimya Sektör Araştırma Yayınları, No: 4,100 s.
- Göncüoğlu, M.C. and Türeli, T.K. (1993). Orta Anadolu Ofiyoliti plajiyogranitlerinin petrolojisi ve jeodinamik yorumu (Aksaray-Türkiye). *Doğa Türk Yerbilimleri Derg.*, 2, 195-203.
- Jones, G.B. ve Belling, G. B. (1967). The Movement of Copper, Molybdenum and Selenium in Soils as Indicated by Radioactive Isotopes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 18, 733-740.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. (2003). Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.
- Kalender, L., Kirat, G., Bölücek, C. ve Sağıroğlu, A. (2009). Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn Yatağının Eski İmalat Pasalarının Jeokimyası, *Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 52, Sayı 2*.
- Kirat, G. (2017). Pb – Zn - Cd Accumulator Plants Grown Around The Görgü Pb – Zn Mine, Yesilyurt-Malatya, Turkey, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 155, 58 – 59.
- Kirat, G., (2020a). Investigation of the Biogeochemical Anomalies of Euphorbia cyparissias plant in Gümüşhacıköy – Amasya Pb-Zn-Ag Deposits, Turkey. *Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology*. Volume 13 Number 1 (Special Issue), January - March 2020, DOI: <http://dx.doi.org/10.21088/ijfmp.0974.3383.13120.22>
- Kirat, G., (2020b). Investigation of metal pollution in soil samples between Akoluk, Mehmetbeyli and Temrezli Villages (Yozgat - Sorgun), Turkey. *Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 13 (1(Special Issue), January - March 2020, DOI: <http://dx.doi.org/10.21088/ijfmp.0974.3383.13120.25>
- Kirat, G. (2023). Investigation of Soil Pollution with Pollution Parameters (Erzurum-Moryayla). *International Scientific and Vocational Studies Journal*, 7(1): 1-8 - DOI: 10.47897/bilmes.1125279
- Kirat, G. and Aydın, N. (2015). Pb – Zn Accumulation in the Plants Grown In and Around the Akdağmadeni Pb – Zn Mine. *Polish Journal of Environmental Studies*. 24, 2, 545-554.
- Kirat, G., Aydın, N. (2016a). Phytoremediation with Plants for Soils Polluted by Boron at Akdağmadeni Pb-Zn Mining District and Surroundings, Yozgat, Turkey. *Gazi University Journal of Scienc.* 29(4): 963-970, 2016.
- Kirat G., ve Aydın, N. (2016b). Geochemical properties of soils surrounding the Deliklitas, Au deposit, Turkey. *Journal of African Earth Sciences* 120 (2016) 173-180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.05.006>
- Kul, S., Gül, V., Cengiz, İ. (2021). Toprak ve bitkilerde ağır metal kirliliğinin araştırılması: Bayburt İli Örneği, *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 6(2), 195-203.
- Jayakumar, K., Jaleel, C. ve Vijayarengan P. (2007). Changes in growth, biochemical constituents and antioxidant potentials in radish under cobalt stress. *Turkish Journal of Biology*, 31(3), 127-131.

- Mganga, N., Manoko, M.L.K., Rulangaranga, Z.K. (2011). Classification of plants according to their heavy metal content around north mara gold mine, Tanzania: Implication for phytoremediation. *Tanzania Journal of Science* 37, 109-119.
- Mengoni, A., Gonnelli, C., Galardi, F. ve Gabbrielli, R. (2000). Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of *Silene Paradoxa* (Caryophyllaceae): A random amplified polymorphic DNA Analysis. 9, 1319-1324.
- Montiel-Rozas, M., Madejón, E. ve Madejón, P. (2016). Effect of Heavy Metals and Organic Matter On Root Exudates (Low Molecular Weight Organic Acids) of Herbaceous Species: An Assessment in Sand and Soil Conditions Under Different Levels of Contamination. 216, 273-281.
- Onyedikachi, U.B., Belonwu, D.C. and Wegwu, M.O. (2018). Human health risk assessment of heavy metals in soils and commonly consumed food crops from quarry sites located at Isiagwu, Ebonyi State. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 29(1),8-24. DOI: 10.2478/auoc-2018-0002
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M. ve Pehluvan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Almteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 17(2), 14-26.
- Önen, A.P. ve Unan, C. (1988). Kaman (Kırşehir) Kuzeydoğusunda bulunan Gabroların mineralojisi, petrografisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 31, 23-28.
- Özkan, A. (2017). Antakya-Cilvegözü karayolu etrafındaki tarım arazilerinde ve bitkilerdeki ağır metal kirliliği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik & Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 9-18.
- Özmen Ö. ve Koç, Ş. (2006). Kaman (Kırşehir, Türkiye) florit cevherleşme alanlarında *Thymus Siphyleus* Boiss Subsp. *Rosulans* (Borbas) ve *Bromus Sterilis* L. *Poaceace* (*Gramineae*) türlerinde florür ve iz element birikimi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 21(4), 729-735
- Pendias, A., 2001. Trace Elements in Soils and Plants, third ed. CRC Press, NY.
- Pirisi, F., Valera, R., (1974). La Prospezione Idrogeochimica per Fluoro applicata in un Contesto Geomorfológico e Climatico Mediterraneo. *Atti della Facoltà di Ingegneria Univ degli Studi di Cagliari* 2: 169–186.
- Plimer, I.R., (1984). The Role of Fluorine in Submarine Exhalative Systems with Special Reference to Broken Hill, Australia. *Mineral Deposita* 19: 19–25. <https://doi.org/10.1007/BF00206593>
- Ruiz-Chancho, M.J., López-Sánchez, J.F., Schmeisser, E., Goessler, W., Francesconi, K.A. Rubio, R. (2008). Arsenic speciation in plants growing in arsenic-contaminated sites. *Chemosphere*, 71: 1522–1530.
- Serra, M., Fanari, F., Desogus, F., Valera, P., (2022). The fluorine in surface waters: origin, weight on human health, and defluoridation techniques. *AIMS Geosciences*, 8 (4) , 686-705. <https://doi.org/10.3934/geosci.2022038>
- Sposito, G., 1989. The Chemistry of Soils. Oxford University Press, New York.
- Tylenda, C.A. (2011). Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride and fluorine (F). DIANE Publishing. 383.
- Uras, Y. (2007). *Pöhrenk florit yataklarının kökensel incelenmesi* [Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- USDA, U.S. Department of Agriculture (2000). Heavy Metal Soil Contamination, Soil Quality - Urban Technical Note.

- WHO (1996). Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Health Criteria and Other Supporting Information, vol. 2. World Health Organization, Geneva.
- WHO (2008). Guidelines for drinking-water quality, 3rd ed. Recommendations. Incorporating 1st and 2nd Addenda, vol.1. World Health Organization, Geneva.
- WHO (2017). Guidelines for drinking-water quality, 4th ed. Incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization.
- Wilson, M.A., Burt, R., Indorante, S.J., Jenkins, A.B., Chiaretti, J.V., Ulmer, M.G., Scheyer, J.M., 2008. Geochemistry in the modern soil survey program. *Environ. Monit. Assess.* 139, 151-171.
- Wuana, R.A. ve Okieimen F.E. (2011). Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *International Scholarly Research Network ISRN Ecology*. 1-20. doi:10.5402/2011/402647
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Şahin, Ü., Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri, *Tr. Doğa ve Fen Derg.* 9, Özel Sayı, 103-114, <https://doi.org/10.46810/tdfd.718449>
- Yıldız, M., Terzi, H. ve Uruşak, B. (2011). Bitkilerde krom toksisitesi ve hüresel cevaplar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 27(2), 163-176.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D. (1998). Çiçekdağ Magmatik Kompleksi'nin (KB Kırşehir) petrojenezi. 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 33.
- Yirgu, G., Dereje, A., Peccerillo, A, et al. (1999). Fluorine and chlorine distribution in the volcanic rocks from the gedemsa volcano, ethiopian rift valley. *Acta Vulcanologica*, 11: 169–176.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Baba, M.H., Kırat, G., & Balbaloğlu, Ö. (2024). Biogeochemistry in Akçakent fluoride deposits, Kırşehir, Türkiye. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, 7(2), 91-106 <https://doi.org/10.56728/dustad.1520978>

Determination of Antimicrobial Effect of Extracts Produced from Some Freshwater Algae Using Different Methods

Article Type
Research

Received
3 September 2024

Accepted
2 December 2024

Emine ÖZPOLAT¹
Murat SAPMAZ²


Abstract: Algae are organisms that can be used in agriculture, cosmetics, medicine, industry and many other areas thanks to the many metabolites they contain. There are thousands of species of algae. Some algae species still remain a mystery. In this study, the antimicrobial activity (against *Clostridium perfringens*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *E. coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*) of extracts (18 different groups) obtained from three different algal species (*Ulothrix zonata*, *Fontinalis antipyretica* and *Spirogyra gracilis*) by two different methods using water, ethanol, methanol and ether were studied by disc diffusion method. According to the results obtained; each algae species, the method of extraction of the extract and the type of solvent used were found to be effective on the antimicrobial properties. In particular the extracts obtained by using the Soxhlet device (Method B) showed more antimicrobial activity against the selected microorganisms, and in this method, it was observed that the antimicrobial activity was higher in the extracts in which ether was used as solvent.


Keywords: antimicrobial activity, algae, algal extract, *Ulothrix zonata*, *Fontinalis antipyretica*, *Spirogyra gracilis*

Bazı Tatlı Su Alglerinden Farklı Yöntemler Kullanılarak Üretilen Ekstraktların Antimikrobiyal Etkisinin Belirlenmesi

Özet: Algler, içerdikleri birçok metabolit sayesinde tarım, kozmetik, tıp, endüstri ve daha birçok alanda kullanılabilen organizmalardır. Alglerin binlerce türü bulunmaktadır. Bazı alg türleri ise hala gizemini korumaktadır. Bu çalışmada; üç farklı alg türünden (*Ulothrix zonata*, *Fontinalis antipyretica* ve *Spirogyra gracilis*), iki farklı yöntemle; su, etanol, metanol ve eter kullanılarak elde edilen ekstraktların (18 farklı grup) antimikrobiyal aktiviteleri (*Clostridium perfringens*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *E. coli O157:H7*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*'ye karşı) disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; her bir alg türünün, ekstraktın elde edilme yönteminin ve kullanılan çözücü türünün antimikrobiyal özellikler üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Özellikle Soxhlet cihazı kullanılarak elde edilen ekstraktların (Yöntem B) seçilen mikroorganizmalar üzerinde daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği ve bu yöntemde çözücü olarak eterin kullanıldığı ekstraktlarda antimikrobiyal etkinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: antimikrobiyal aktivite, alg, alg ekstraktı, *Ulothrix zonata*, *Fontinalis antipyretica*, *Spirogyra gracilis*

¹  Corresponding author, emineozpolat@firat.edu.tr, Department of Fish Processing Technology, Faculty of Fisheries, Fırat University, Elazığ, Türkiye

²  murat.sapmaz@uab.gov.tr, Ministry of Transport and Infrastructure, Fırat Port Authority, Elazığ, Türkiye

INTRODUCTION

Today, resistance to antibiotics is increasing day by day. This problem has prompted the search for new antibiotics. Algae are a promising source of many compounds. There are millions of species of algae, many of which have not yet been studied for their antimicrobial properties. Algae are organisms that are primary producers in the ecosystem and are recognised as one of the oldest forms of life, and have been used in many areas, especially in human nutrition, for many years. In addition to meeting the need for oxygen by photosynthesis, algae have been the source of food for many living things. Its use as human food is revealed with the archaeological data made in Chile, which dates back to 14000 years ago (Aktar and Cebe, 2010; Kaba and Caglak, 2006; Muslu and Gökçay, 2020). Algae are becoming increasingly important in terms of being primary producers in the ecosystem, containing very important biological materials in their structures, and the value of the primary and secondary metabolites they form as a result of their biological activities. Appearing as primary metabolites; carbohydrates, proteins, fats and nucleic acids are found in almost all organisms, while secondary metabolites are bioactive compounds formed by the triggering of various factors (water, salinity, pH, disease, stress factors, etc.). These algal metabolites have been proven by many studies that have many beneficial properties such as antibacterial, antifungal, antioxidant, anticancer, antimutagenic and antitumor (Eom et al., 2012; Gökpinar et al., 2013; Kausalya and Rao, 2015; Bhowmick et al., 2020). Antimicrobial properties of algae; It originates from a wide range of structural and functional substances such as polyphenols, alkaloids, terpenes, polysaccharides, fatty acids, sterols, lactones, proteins and peptides that have significant biological activity. Although some of these metabolites have been well studied and characterized, others have not been fully investigated (Tüney et al., 2006; Aktar and Cebe, 2010; Rengasamy et al., 2014; Bhowmick et al., 2020).

The aim of this study was to determine the antimicrobial activity of 18 different extracts of three freshwater algae (*Ulothrix zonata*, *Fontinalis antipyretica* and *Spirogyra gracilis*) prepared by different methods and solvents against *Clostridium perfringens* (ATCC 13124), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922) and *E. coli* O157:H7 (ATCC 35150), *Listeria monocytogenes* (RSKK 02028), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Streptococcus agalactiae* (ATCC 13813).

MATERIALS and METHODS

Algae Samples

Algae were collected from the natural spring water in the Palu, Elazığ, Turkey in July – October 2022 and identified by experts in the Biology Department and Fisheries Faculty of Firat University. Using a light microscope, morphological and anatomical structures in the samples were examined. According to the characteristics and identification keys in the taxonomic publications, the samples were identified (Hustedt, 1932; Huber-Pestalozzi, 1968; Prescott, 1982; Etl, 1983; Round and Chapman, 1987; Krammer and Lange-Bertalot, 1991). All moss samples were washed with purified tap water until it was free from all kinds of macro-organisms (insects, flies, etc.) and particles (soil, stones, leaves, etc.) in the algae. It was then passed through distilled water at least three times. The samples were kept at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ for filtration and then taken to the drying process. To speed up the drying process, the algae samples were cut into small pieces by hand. The drying process was then carried out in a fan oven at 40°C until it reached a constant weight. At the end of the drying process, attention was paid to ensuring that the moisture content in the product was less than 10%. The dried algae were ground and taken into the extraction process.

Extraction Procedure

The extraction methods used to determine the antimicrobial properties of algae vary widely. These include Soxhlet extraction and the use of organic solvents, enzymes, or bacterial fermentation; temperatures, times, pH ranges, and concentrations may vary (Rodriguez-Bernaldo et al., 2010; Savaroglu et al., 2011; Gümüş and Ünlüsayın, 2016; Shannon and Abu-Ghannam, 2016). Considering all these, two main extraction methods used in the studies were modified and used. Each extraction method is represented by a different letter and given below.

A: 5 grams were taken from the dried and powdered sample and extracted with 1/30 (gr/ml) ethanol, methanol and water separately in a water bath at 60°C for half an hour. After this process, each sample was vortexed for 30 minutes and mixed thoroughly. After waiting at room temperature for two days, it was centrifuged at 3500 rpm for 10 minutes and then filtered through filter paper and kept in an oven at 40°C until the solvents were (Farasat et al., 2013; Gümüş and Ünlüsayın, 2016; Durgun, 2018; Keskinaya et al., 2020). It was dissolved in water, ethanol and methanol to a final concentration of 200 mg/ml.

B: 4 grams of the prepared algae samples were taken and extracted with 80% ethanol, 80% methanol and ether for 8 hours in a Soxhlet device. It was then kept at 40°C until the solvents disappeared. It was dissolved with di methyl sulfa oxide (DMSO) with a final concentration of 200 mg/ml (Demirel, 2006; Savaroglu et al., 2011).

Antimicrobial Testing

For testing the antibacterial activity, *Clostridium perfringens* (ATCC 13124), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922) and *E. coli* O157:H7 (ATCC 35150), *Listeria monocytogenes* (RSKK 02028), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Streptococcus agalactiae* (ATCC 13813) bacterial strains were selected. They were obtained from the Department of Microbiology, Faculty of Veterinary, Firat University. The work was carried out in the Microbiology Laboratory, Department of Microbiology, Firat University, Faculty of Veterinary. The disc diffusion method was used to determine the antimicrobial effect. Algae extracts were soaked in 50 µL on empty sterile discs with a diameter of 6 mm and left to dry for about 30 minutes at 30°C. Meanwhile; Pre-activated bacterial cultures were adjusted to 0.5 density using the MacFarland device and inoculated with sterile swabs in three different directions using the swabbing technique in petri dishes prepared with Mueller Hinton Agar (MHA) (Oxoid). Then, discs containing algae extracts, positive control discs (Vancomycin 30 µg (V) (Oxoid) and Neomycin 10 µg (N) (Oxoid)) and negative control discs (50 µL impregnated ethanol, methanol and DMSO) were placed on these plates. Prepared petri were incubated at 37°C for 24 hours. After the incubation period was completed, the inhibition zones around the discs were measured using millimetric rulers (NCCLS, 1993; Abedin and Taha, 2008; Prakash et al., 2011; Gümüş and Ünlüsayın, 2016).

RESULTS

The diameters of the inhibition zones recorded in millimeters are given in Table 1. No activity was observed for the negative controls, solvent and blank discs. The results of positive controls (Vancomycin 30 µg (V) (Oxoid) and Neomycin 10 µg (N) are given in Table 2.

Table 1. The diameters of the zones formed by the algae extracts obtained with different solvents and methods against microorganisms (mm).

Method	Alg Species	Types of Solvent	<i>C. perfringens</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>L. monocytogenes</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. agalactiae</i>
Extracts Obtained By Method A	<i>U. zonata</i>	Water	-	-	-	5±0.23	-	9±0.23	-	-
		Ethanol	-	-	-	-	-	8±0.2	5±0.3	-
		Methanol	9±0.4	8±0.2	-	6±0.15	-	-	6±0.2	-
	<i>F. ntipyretica</i>	Water	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ethanol	5±0.2	-	-	-	-	9.5±0.3	6±0.2	-
		Methanol	-	-	-	-	-	9±0.4	-	-
	<i>S. gracilis</i>	Water	-	-	-	-	-	10±0.3	-	-
		Ethanol	-	-	-	-	-	6±0.2	-	-
		Methanol	-	-	-	-	-	7±0.3	-	-
Extracts Obtained By Method B	<i>U. zonata</i>	Ethanol	14±0.41	8±0.41	8±0.4	7±0.3	4±0.2	7±0.4	16±0.31	4±0.15
		Methanol	11±0.32	7±0.32	-	6±0.25	2±0.12	-	12±0.32	2±0.03
		Ether	19±0.54	8±0.4	8±0.35	8±0.2	6±0.5	9±0.2	17±0.34	10±0.12
	<i>F. ntipyretica</i>	Ethanol	13±0.52	8±0.3	6±0.42	7±0.33	3±0.22	7±0.3	7±0.22	6±0.1
		Methanol	12±0.42	7±0.42	-	6±0.2	2±0.12	-	5±0.12	4±0.33
		Ether	17±0.34	8±0.12	8±0.45	8±0.3	7±0.31	10±0.4	15±0.31	10±0.2
	<i>S. gracilis</i>	Ethanol	12±0.5	7±0.6	6±0.23	8±0.12	2±0.33	7±0.2	12±0.33	6±0.05
		Methanol	10±0.32	8±0.51	-	8±0.2	3±0.21	7±0.3	8±0.21	5±0.05
		Ether	15±0.4	9±0.31	8±0.33	8±0.23	6±0.31	7±0.6	15±0.31	8±0.13

Table 2. Positive control disc results (mm).

	Vancomycin 30 µg (V)	Neomycin 10 µg (N)
<i>C. perfringens</i>	27±0.56	22±0.43
<i>E. faecalis</i>	15±0.52	8±0.43
<i>E. coli</i>	11±0.56	10±0.15
<i>E. coli</i> O157:H7	12±0.56	18±0.65
<i>L. monocytogenes</i>	16±0.6	10±0.5
<i>P. aeruginosa</i>	12±0.5	10±0.4
<i>S. aureus</i>	23±0.25	12±0.33
<i>S. agalactiae</i>	20±0.52	18±0.45

DISCUSSION

Colostridium perfringens; It is very important because it can cause food poisoning, which can have both negative effects human health and cause economic losses (Diane et al., 2010; Sert, 2014). In the study, on *C. perfringens*; It is observed that there is zone formation (between 10±0.32 mm and 19±0.54 mm) in the

extracts obtained with method method B (with the Soxhlet device). Zone formation is less in method A. In a study investigating the antimicrobial effects of ethanol extracts of 30 different brown algae species on *C. perfringens* (Lee et al., 2009), it was highlighted that especially *Ishige okamurai*, *Ecklonia stolonifera*, *Sargassum siliquastrum*, *Sargassum thunbergii*, *Colpomenia bullosa*, and *Ecklonia cava* algae species are effective. It has been reported that ethanol extract of *Myagropsis myagroides* type algae collected from the coasts of Korea and Japan and evaluated in the Phaeophyta family is effective against *C. perfringens* (Lee et al., 2011). As can be seen when reviewing the relevant literature, the algae species, the method of obtaining the extract and the solvent used were found to be effective on the antimicrobial properties. In fact, in the study; It was observed that the effects of extracts prepared from the same algae species on *C. perfringens* were different.

Against *E. faecalis*, which is very important due to its pathogenic aspect and as an indicator of fecal contamination in food; although the antimicrobial properties of 18 different extracts prepared with different solvents from three different algae species varied (Table 1), it was observed that the highest effect was observed in the extract from *Spirogyra gracilis* using ether (9 ± 0.31 mm). Kolanjinathan and Stella (2009) found that extracts of macroalgae (*Sargassum myricystum*, *Turbinaria conoides*, *Hypnea musiformis*, *Gracilaria edulis* and *Halimiedia gracilis*) from the south-eastern coast of India prepared with methanol, ethanol and acetone are potential sources of bioactive compounds by acting on *E. faecalis*. They reported that it should be studied by taking antibiotics.

In the antimicrobial effect analyzes against *E. coli*, it was seen that the extracts obtained by method A showed no effect, the extracts obtained by method B using ether and ethanol with the Soxhlet device were effective, but there was no effect in the groups in which methanol was used as a solvent. According to the results of antimicrobial effect the prepared algae extracts on *E. coli* O157:H7 (Table 1); In the groups obtained with water and methanol from the extracts formed from *U. zonata* by method A; An effect of 5 ± 0.23 mm to 6 ± 0.15 mm was observed. It was found that the extracts obtained by using the Soxhlet device showed an effect on *E. coli* O157:H7 in all solvents used, and this effect varied between 6 mm and 8 mm. Tuney et al. (2007), examined the antimicrobial properties of 98 extracts from 13 different algae species collected from the shores of Izmir in various forms against different groups of microorganisms; it was found that many algae species did not show any effect on *E. coli*, some species were effective, and the most ether group, followed by ethanol, was determined in terms of the solvent used. In fact, in our study; while none of the extracts obtained by method A had any effect on *E. coli*, an effect was observed in the groups obtained by using ether and ethanol in method B. In this respect, the study is in harmony with the relevant literature. In the study investigating the antimicrobial effects of six different algin extracts prepared with methanol on *E. coli* O157:H7; It was reported that the highest effect was obtained *C. barbata* species and zones with 22.33 ± 0.57 mm diameter were formed. The second highest effect was demonstrated by zones measuring 12.33 ± 0.57 mm from the *Cladostephus spongiosus* species. It has been reported that no effect was observed in other algae species (Taşkın et al., 2007).

Antimicrobial property against *L. monocytogenes*, an important pathogen that can cause many problems in food, especially meat and meat products; while none of the extracts obtained by method A were effective, the extracts obtained by method B were found to be effective. Ether was found to be the most effective solvent (zones between 6 mm and 7 mm). In a study investigating alternative antimicrobials against *L. monocytogenes*, the effects of various marine algae were investigated by disc diffusion method. It was suggested that methanolic extracts of *Ecklonia cava* algae showed the highest efficacy and could contribute to the development of an alternative phytotherapeutic agent against Listeria infections (Nshimiyumukiza et al., 2015).

In a study where the antimicrobial properties of *Spirogyra aequinoctialis* algae extracts were determined by disc diffusion method against various microorganisms, it was determined that it is highly effective against *E. coli* O 157:H7, *S. aureus* is the most susceptible, and *L. monocytogenes* is moderately sensitive (Pabuccu and Yücer 2022).

P. aeruginosa; It is a very important microorganism as it can cause many nosocomial infections, shows rapid and increasing resistance to antibiotics, and therefore faces many difficulties in its treatment (Gündüz et al., 2004; Ciftci et al., 2005; Ince et al., 2014; Oner et al., 2022). In the study; The largest inhibition zones on *P. aeruginosa* were determined in the extract of *F. antipyretica* obtained by using ether (10 ± 0.4), and in the extract of *S. gracilis* algae species using water by method A (10 ± 0.3). The methanol extract of the marine algae of *Gracilaria changii* species against *P. aeruginosa*; It has been suggested that 6.25 mg/ml has an antimicrobial effect by forming an inhibition zone with a diameter of 13 mm and this effect is at a good level (Sasidharan et al., 2010). Methanolic extracts of algae such as *Mikroket tenera*, *Nitella tenuissima* and *Sphaeroplea annulina* showed significant antibacterial activity against *P. aeruginosa*, respectively; It was reported to form inhibition zones with a diameter of 19.5 ± 0.06 19 ± 0.50 19.5 ± 0.20 mm (Prashantkumar et al., 2006).

S. aureus is a bacterial species that can cause many bacterial food poisoning and infections seen today, has a high pathogenicity, and has become increasingly important with the emergence of many drug-resistant strains (Erol, 2007; Foster, 2017; Taylor and unakal, 2022). In the study, the greatest antimicrobial effect detected against *S. aureus* was observed in the extracts obtained using ether in method B (highest: 17 ± 0.34 mm, lowest: 15 ± 0.31 mm) (Table 1). No effect was observed in any extract obtained from *S. gracilis* by method A. In conclusion; The antimicrobial effect investigated against *S. aureus*; It can be said that it varies according to the type of algae, the method used and the type of solvent. In a study investigating the antimicrobial properties of green algae of the species *Scenedesmus protuberans*, it was found that the antimicrobial effect varies depending on the solvent used. In this situation; It has been reported that as the polarity of the solvents used to extract *S. protuberans* decreases, their antimicrobial effect increases (Demirel, 2006).

S. agalactiae is a very important bacterium in terms of public health, as it can cause a wide variety of infections such as meningitis, sepsis, skin and soft tissue, puerperium and urinary tract (Savcı et al., 2018; Ayhanç et al., 2020). In the study, when the diameters of the zones created against *S. agalactiae* were examined, it was found that while none of the extracts obtained by method A showed antimicrobial activity, inhibition zones were formed in all groups created with the Soxhlet device (lowest 2 mm, highest 10 mm). According to the results of the study investigating the phytochemical composition, antioxidant and antibacterial activity of Philippine sea green algae (*Ulva pertusa*); of *S. aureus*, *E. coli*, *Aeromonas hydrophila*, *A. sobria* and *Vibrio harveyi*, depending on the concentration used. It has been reported to have a strong inhibitory effect on *S. agalactiae* and inhibiting its growth. In addition, it has been stated that *U. pertusa* contains bioactive compounds with good antioxidant capacities and because of these properties, they are promising candidates that can be used in the synthesis of new drugs (Pakingking et al., 2022).

CONCLUSION

As a result; it was observed that each algae species, extraction method and solvent type was effective on the antimicrobial properties. It was observed that the extracts obtained by using the Soxhlet device (Method B) showed more antimicrobial effect on the selected microorganisms, and the effect of ether

was higher in this method. It is believed that algae and such studies are important in the research of new and plant-based drugs as the antibiotic resistance is gradually increasing.

Acknowledgment

This study includes part of the master's thesis. The research was supported by Firat University Scientific Research Projects Coordination Office (FUBAP) as Project number SUF.22.02.

Conflict of interest

There is no conflict of interest among the authors.

REFERENCES

- Abedin, R.M., & Taha, H.M. (2008). Antibacterial and antifungal activity of cyanobacteria and green microalgae. Evaluation of medium components by Plackett-Burman design for antimicrobial activity of *Spirulina platensis*. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 3(1), 22-31.
- Aktar, S., & Cebe, G.E. (2010). General specifications, using areas of algae and their importance on pharmacy. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 39(3), 237-264. https://doi.org/10.1501/Eczfak_0000000568.
- Ayhanci, T., Durna, S., Aydemir, O., Koroglu, M., & Altindiş, M. (2020). Antibiotic Sensitivity of *Streptococcus agalactiae* Strains Isolated from Clinical Samples. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 4(1), 20-25. <https://doi.org/10.34084/bshr.706295>
- Bhowmick, S., Mazumdar, A., Moulick, A., & Adam, V. (2020). Algal metabolites: An inevitable substitute for antibiotics. *Biotechnology Advances*, 43, 107571. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107571>
- Ciftci, İ.H., Cetinkaya, Z., Aktepe, O.C., Arslan, F., & Altindiş, M. (2005). Antibiotic Susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* Strains Isolated from Clinical Specimens. *Maltepe Medical Journal*, 35(2), 98-102.
- Demirel, Z. (2006). Investigation of Antimicrobial and Antioxidant Properties of Green Microalgae (Chlorophyta) *Scenedesmus protuberans* fris. Isolated from Lake Eğirdir. Master Thesis, Ege University, Institute of Science and Technology.
- Diane, G. N., Koopmansb, M., Verhoeft, L., Duizerb, E., Aidara-Kanec, A., Sprongb, H., & Opsteghb, M. (2010) Food-borne diseases - The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology*, 139(1); 3-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021>
- Durgun, M. E. (2018). Determination of Antimicrobial and Antioxidant Properties of *Cladophora fracta* (Müller ex Vahl) Kützing Algae Extract in Vitro. Master Thesis, Firat University, Institute of Science and Technology.
- Eom, S.H., Kim, Y. M., Kim, & S. K. (2012). Antimicrobial effect of phlorotannins from marine brown algae. *Food and Chemical Toxicology*, 50(9), 3251-3255. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.06.028>
- Erol, I. (2007). Food Hygiene and Microbiology. Pozitif Printing, Ankara, Turkey,
- Ettl, H. (1983). *Chlorophyta I, Protomonadina*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag,

- Farasat, M., Khavari-Nejad, R. A., Nabavi, S. M. B, & Namjooyan, F. (2013). Antioxidant properties of some filamentous green algae (*Chaetomorpha Genus*). *Brazilian Archives of Biology And Technology*, 56, 921-927. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000600005>
- Foster, T. J. (2017). Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. Current status and future prospects. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(3), 430-449. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux007>
- Gokpınar, S., Işık, O., Göksan, T., Durmaz, Y., Uslu, L., Burcu, A.K., Önalın, S.K., & Akdoğan, P. (2013). Studies in Algal Biotechnology. *Yunus Research Bulletin*, 4, 21-26. <https://doi.org/10.17693/yunusae.v2013i21903.235409>
- Gümüş, B., & Unlüsayın, M. (2016). Determination of antimicrobial activity of two macro algae extracts. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4), 389-395. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.4.13>
- Gündüz, T., Arısoy, A., Algün, U., & Ozbakkaloglu, B. (2004). In-vitro Efficacy of Aminoglycosides against *Pseudomonas aeruginosa* Strains. *Ankem Dergisi*, 18(4), 224-227.
- Huber-Pestalozzi, G. (1968). *Das Phytoplankton des Süßwassers*. Systematic and Biologie. Teil. III. Stuttgart: Schweizer. Verlag.
- Hustedt, F. (1932). *Die Süsswasser Flora Mitteleuropas Bacillariophyta Heft 10: a pascher* Verlag von Gustav Fisher Pub. Jena. Germany.
- Ince, N., Geyik, M. F., Ozdemir, D., & Danis, A. (2014). A comparison of the antibiotic susceptibility rates of *Pseudomonas aeruginosa* strains causing hospital acquired infections according to years. *Ankem Dergisi*, 28(3), 94-99. <https://doi.org/10.5222/ankem.2014.094>
- Kaba, N., & Caglak, E. (2006). The usage of sea algae in human nutrition. *E. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(2), 243-246.
- Kausalya, M., & Rao, G.N. (2015). Antimicrobial activity of marine algae. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 6(1), 78-87.
- Keskinkaya, H. B., Gümüş, N. E., Aşıkutlu, B., Akkoz, C., Okudan, E. S. ... Karakurt, S. (2020). Macro and Trace Element Levels of Green Algae *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 From Dardanelles (Canakkale/Turkey). *Anatolian Journal of Forest Research*, 6(2), 55-61
- Kolanjinathan, K., & Stella, D. (2009). Antibacterial activity of marine macro algae against human pathogens. *Recent Research in Science and Technology*, 1(1), 20-22.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1991). Süßwasser-flora von Mitteleuropas, Bacillariophyceae, Band2/3, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotaceae. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Lee, S. Y., Kim, J. H., Song, E. J., Kim, K. B., Hong, Y. K., Lim, S. M. ... Ahn, D. (2009). H. Investigation of antimicrobial activity of brown algae extracts and the thermal and pH effects on their activity. *Food Science and Biotechnology*, 18(2), 506-512.
- Lee, S. Y., Song, E. J., Kim, K. B., Lim, S. I., Hong, Y. K., & Ahn, D. H. (2011). Antimicrobial activity of *Myagropsis myagroides* and interaction with food composition. *Food Science and Biotechnology*, 20, 85-92. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0012-y>

- Muslu, M., & Gökçay, G. F. (2020). An Alternative Resource for Supporting Health and Sustainable Nutrition: Algae. *Journal of Health Sciences and Research SABAD*, 2(3), 221-237. <https://doi.org/10.46413/boneyusbad.795543>
- NCCLS. (1993). Performance standards for antimicrobial disc susceptibility tests. Approved standard NCCLS Publications M2-A5. Villanova, PA, US.
- Nshimiyumukiza, O., Kang, S. K., Kim, H. J., Lee, E. H., Han, H. N., Kim, Y. ... Kim, Y. M. (2015). Synergistic Antibacterial Activity of *Ecklonia cava* (Phaeophyceae: Laminariales) against *Listeria monocytogenes* (Bacillales: Listeriaceae). *Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1), 1-6. <https://doi.org/10.5657/FAS.2015.0001>
- Oner, S. Z., Kaleli, I., Demir, M., Ergun, M., Çalışkan, A., & Ergin, C. (2022). Antibiotic Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* Isolates and Change Over the Years. *Ankem Dergisi*, 36(1), 9-15. <https://doi.org/10.54962/ankemderg.1107814>
- Pabuccu, K., & Yucer, T. D. (2022). Antibacterial and Antifungal Effects of Extracts of *Spirogyra aequinoctialis* Prepared with Different Solvents. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 25(5), 927-932. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.979361>
- Pakingking, J. R., Usero, R., de Jesus-Ayson, E. G., Caipang, C. M., & Logronio, D. J. (2022). Phytochemical composition, antioxidant, and antibacterial activity of the Philippine marine green alga (*Ulva pertusa*). *International Aquatic Research*, 14(1), 51-62. <https://doi.org/10.22034/IAR.2022.1946410.1217>
- Prakash, J. W., Marimuthu, J., & Jeeva, S. (2011). Antimicrobial activity of certain fresh water microalgae from Thamirabarani River, Tamil Nadu, South India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), 170-173. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60149-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60149-4)
- Prashantkumar, P., Angadi, S. B., & Vidyasagar, G. M. (2006). Antimicrobial activity of blue-green and green algae. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 68(5), 647-648.
- Prescott, G. W. (1982). *Algae of the Western Great Lakes Area*. Germany, Koenigstein: Otto Koeltz Science Pub.
- Rengasamy, K. R., Kulkarni, M. G., Stirk, W. A., & Van Staden, J. (2014). Bioactive metabolites and value-added products from marine macroalgae. *Seafood Processing By-Products: Trends and Applications*, 423-454.
- Rodríguez-Bernaldo de Quirós, A., Frecha-Ferreiro, S., Vidal-Pérez, A. M., & López-Hernández, J. (2010). Antioxidant compounds in edible brown seaweeds. *European Food Research and Technology*, 231, 495-498. <https://doi.org/10.1007/s00217-010-1295-6>
- Round, F.E., & Chapman, D. J. (1987). *Progress in phycological research*. 5, Biogress Ltd. Bristol.
- Sasidharan, S., Darah, I., & Noordin, M. K. M. J. (2010). In vitro antimicrobial activity against *Pseudomonas aeruginosa* and acute oral toxicity of marine algae *Gracilaria changii*. *New Biotechnology*, 27(4), 390-396. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2010.02.002>
- Savaroglu, F., İşçen, C. F., Vatan, A.P., Kabadere, S., Ilhan, S., & Uyar, R. (2011). Determination of antimicrobial and antiproliferative activities of the aquatic moss *Fontinalis antipyretica* Hedw. *Turkish Journal of Biology*, 35(3), 361-369. <https://doi.org/10.3906/biy-906-46>

- Savcı, U., Sahin, M., Toprak, S., & Sungur, M. (2018). Antimicrobial resistance pattern of *Streptococcus agalactiae* strains: five years evaluation of single center. *Journal of Health Sciences and Medicine*, 1(2), 25-28. <https://doi.org/10.32322/jhsm.425661>
- Sert, M. (2014). *Investigation of the presence of Clostridium perfringens in some foods*. Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Food Engineering, Ankara, Turkey.
- Shannon, E., & Abu-Ghannam, N. (2016). Antibacterial derivatives of marine algae: An overview of pharmacological mechanisms and applications. *Marine Drugs*, 14(4), 81. <https://doi.org/10.3390/md14040081>
- Taskın, E., Ozturk, M., & Kurt, O. (2007). Antibacterial activities of some marine algae from the Aegean Sea (Turkey). *African Journal of Biotechnology*, 6(24), 2746-2751.
- Taylor, T. A., & Unakal, C. G. (2022). *Staphylococcus aureus*. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- Tuney, I., Cadirci, B. H., Unal, D., & Sukatar, A. (2007). Locational and organic solvent variation in antimicrobial activities of crude extracts of marine algae from the coast of Izmir (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(4), 428.
- Tuney, I., Cadirci, B. H., Unal, D., & Sukatar, A. (2006). Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 30(3), 171-175.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Özpolat, E., & Sapmaz, M. (2024). Determination of antimicrobial effect of extracts produced from some freshwater algae using different methods. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, 7(2), 107-116. <https://doi.org/10.56728/dustad.1542958>

Mikrobiyom ve Spor Performansı

Makale Türü
Derleme

Geliş Tarihi
2 Ekim 2024

Kabul Tarihi
23 Aralık 2024

Emre SERİN¹

Özet: İnsan vücudu, mikrobiyom adı verilen trilyonlarca mikroorganizmanın bir arada bulunduğu karmaşık bir ekosistemi barındırır. Bağırsak mikrobiyomu, bu mikroorganizmaların en büyük ve en etkili kısmını oluşturur ve sindirimden bağışıklık sistemine kadar birçok fizyolojik süreçte rol oynar. Son yıllarda, insan mikrobiyomu üzerine yapılan araştırmaların sayısındaki artış, bu karmaşık ekosistemin vücut üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamızı sağlamıştır. Örneğin, dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının, uzun süreli enerji taleplerine uyum sağlamak için spesifik mikroorganizmalar açısından daha zengin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, mikrobiyomun sporcu performansına etkisini anlamaya yönelik genel bir çerçeveye çizilecek ve mikrobiyom çeşitliliği ile spor türleri arasındaki olası ilişkiler incelenecektir. Mikrobiyomun enerji metabolizması, dayanıklılık ve sindirim sağlığı üzerindeki rolü detaylandırılacak, bu mekanizmaların sporcuların performansını nasıl optimize edebileceği ele alınacaktır. Bu araştırma, bağırsak mikrobiyomunun sporcu performansı üzerindeki etkisini, sindirim sağlığının enerji metabolizması ve dayanıklılıkla olan ilişkisini incelemekte ve mikrobiyom çeşitliliğinin farklı spor dalları ile olası bağlantılarını araştırmaktadır.

Anahtar kelimeler: mikrobiyom, sportif performans, egzersiz, sağlık


Microbiome and Sports Performance

Abstract: The human body is home a complex ecosystem of trillions of microorganisms called the microbiome. The gut microbiome constitutes the largest and most effective group of microorganisms and plays a role in several physiological processes including digestion and immunity. Recent research into the human microbiome has shed light on the impact of this complex ecosystem on our bodyiesy. For example, studies have shown that endurance athletes have a higher abundance of microorganisms that are specialized into adapting to prolong-lasting energy demands. In this study, we will explore the overall impact of microbiome on sports performance and examine the possible connections between microbiome diversity and various sports. We will detail the role of microbiome in energy metabolism, endurance, and digestive health, and how these mechanisms can optimize athletic performance. This study investigates the impact of gut microbiome on athlete performance, the relationship between digestive health and energy metabolism and endurance, and the potential connections between microbiome diversity and various sports types.

Keywords: microbiome, sports performance, exercise, health

GİRİŞ

İnsan mikrobiyomu, vücudun çeşitli bölgelerinde bulunan ve insan hücrelerinden sayıca çok daha fazla olan trilyonlarca mikroorganizmanın oluşturduğu bir topluluktur. Bu mikroorganizmalar, sindirimden bağışıklık sistemine, sinir sistemi işleyişinden hormonların düzenlenmesine kadar birçok biyolojik fonksiyonu etkiler. Özellikle bağırsak mikrobiyomu, genel sağlık üzerinde belirleyici bir rol oynar. Mikrobiyomun sağlık üzerindeki etkileri uzun süredir bilinse de, son yıllarda spor performansı

¹  emreserin1@gmail.com, Mersin Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi- Mersin/ Türkiye

üzerindeki etkisi büyük ilgi uyandırmaya başlamıştır. Spor ve egzersiz, insan fizyolojisini derinlemesine etkileyen süreçlerdir ve performansı artırmaya yönelik stratejiler, spor biliminde geniş bir araştırma alanıdır. Sporcuların fiziksel kapasitesini artırmak, dayanıklılığı yükseltmek ve toparlanma süreçlerini hızlandırmak için yeni yollar aranmaktadır. Bu bağlamda, bağırsak mikrobiyomunun spor performansı üzerindeki etkisi, heyecan verici bir araştırma alanı olarak ön plana çıkmaktadır.

Bağırsak mikrobiyomu, enerji metabolizması, enflamasyon kontrolü, bağışıklık sistemi yanıtları ve hatta psikolojik iyilik hali gibi faktörlerle etkileşime girerek, spor performansını hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkileyebilir. Bağırsak mikrobiyomu, özellikle enerji üretimi ve dayanıklılık üzerinde kritik rol oynayan kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar) gibi bileşiklerin üretimi yoluyla performansa katkıda bulunur. Ayrıca mikrobiyomun, yoğun antrenmanlar sonrası inflamasyonu azaltarak kas toparlanmasını hızlandırdığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği bilinmektedir. Bu mekanizmaların yanı sıra, son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, belirli mikrobiyom profillerinin, farklı spor dallarındaki sporcular arasında belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Son yıllarda, mikrobiyomun spor performansı üzerindeki etkisi de giderek artan bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu araştırma, bağırsak mikrobiyomunun sporcu performansı üzerindeki etkisini, sindirim sağlığının enerji metabolizması ve dayanıklılıkla olan ilişkisini incelemekte ve mikrobiyom çeşitliliğinin farklı spor dalları ile olası bağlantılarını araştırmaktadır.

Bağırsak Mikrobiyomu ve Spor Performansı

İnsan mikrobiyotası, insan vücuduyla simbiyoz halinde bulunan mikroorganizmalar olarak tanımlanabilir ve birçok bakteriyi kapsar (Sender vd. 2016). Egzersizin insan sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Serin, 2020; Serin 2019). Son yapılan çalışmalar da giderek artan bir şekilde bağırsak mikrobiyotasıyla ilişkisine odaklanmaktadır.

Hareketsiz kişilere kıyasla, sporcular ve fiziksel olarak aktif bireyler daha fazla dışkı bakterisi çeşitliliği, bol miktarda faydalı tür ve karbonhidrat ve amino asit metabolik yolundaki artan aktivite ile kanıtlandığı gibi yüksek bir mikrobiyal metabolizma sergilerler. Dahası, düzenli dayanıklılık egzersizi bağırsak mikrobiyotasının bileşimini düzenler ve iltihapla ilişkili proteobakterilerin varlığını azaltır (Wegierska vd. 2022).

Genel olarak sporcuların bağırsak mikrobiyotalarında *Akkermansia* spp. Ve *Prevotella* spp. Gibi sağlığı geliştirici türler açısından zengin bir yapı sergiledikleri yaygın olarak kabul gördüğü söylenebilir. Clarke vd. tarafından İrlanda'dan erkek uluslararası ragbi oyuncularını üzerinde yürütülen çalışmada, bu sporcuların diyet alımları ve fiziksel aktiviteleri incelenmiş ve hareketsiz kontrollerle karşılaştırıldığında bağırsak mikrobiyotasında daha yüksek bir α -çeşitliliği ortaya çıkarılmıştır. Çalışmaya ayrıca yüksek BKİ (BKİ > 28) ve düşük BKİ (BKİ < 25) olmak üzere farklı vücut kitle indeksine (BKİ) sahip sağlıklı profesyonel olmayan sporculardan oluşan iki hareketsiz kontrol grubu da dâhil edilmiştir. Bulgulara göre, profesyonel sporcular dışkı mikrobiyotalarında her iki kontrol grubuna kıyasla daha fazla çeşitlilik sergilemiştir. Seçkin sporcuların bağırsak mikrobiyotası 22 bakteri şubesinden oluşurken, düşük ve yüksek BKİ gruplarında sırasıyla sadece 11 ve 9 şube bulunduğu ifade edilmektedir. Özellikle, zayıf fenotip ile ilişkilendirilen *Akkermansia muciniphila*'nın profesyonel sporcularda ve düşük BKİ grubunda yüksek BKİ grubuna kıyasla arttığı gözlemlendi. Pozitif metabolik fonksiyon ile ilişkilendirilen *Akkermansia muciniphila*, bağırsağın besin açısından zengin mukus tabakasında yaşayan, mukus parçalayan bir bakteridir (Dao vd. 2016). Dahası, bu çalışma, sporcularda karbonhidrat ve amino asit metabolizma yollarındaki artan aktivite ile gösterildiği gibi, mikrobiyal

metabolizma seviyelerinin profesyonel sporcular ve hareketsiz gruplar arasında farklılık gösterdiğini ileri sürdü. Bununla birlikte, profesyonel sporcularda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek toplam enerji, makro besin (özellikle protein) ve lif alımını ifade eden diyet düzenlerindeki farklılıkların bağırsak mikrobiyal bileşimini de etkileyebileceğini belirtmek önemlidir (Clarke vd. 2014).

Hsu vd. (2015), yürütülen kesitsel bir çalışmada spesifik patojen içermeyen (SPF), germ içermeyen (GF) ve *Bacteroides fragilis* gnotobiyotik farelerin yüzme kapasitesi araştırılmıştır. Sonuçlar, yüzme-yorgunluk süresinin SPF fareleri için en uzun, GF fareleri için ise en kısa olduğunu ortaya koymuştur; bu da bağırsak mikrobiyotasının yokluğunda bozulmuş bir spor performansına işaret etmektedir (West 2014). Probiyotik takviyesinin etkileri sporcularda ve fiziksel olarak aktif popülasyonlarda incelenmiş olsa da, katılımcı sayısının az olması, uygulanan farklı egzersiz müdahale programları ve katılımcıların farklı eğitim geçmişleri sonuçları etkilemiş olabilir (Coffey vd. 2017). Bu nedenle sonuçlar tartışmalı olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, Marttinen vd. tarafından yürütülen bir inceleme, probiyotiklerin sporcular için çeşitli faydalarını özetlemiştir. Yazarlar, probiyotiklerin uygulanmasının gastrointestinal ve üst solunum yolu rahatsızlıklarının semptomlarını azaltabileceğini, fiziksel performansı artırabileceğini, egzersiz sonrası iyileşmeyi iyileştirebileceğini ve ruh haliyle ilişkili sonuçları iyileştirebileceğini göstermiştir (West vd. 2014). Bu nedenle, bağırsak mikrobiyotasının bileşimi ile spor performansı arasında önemli bir ilişki vardır. Ek olarak, bir çalışma rekabetçi bisikletçilerin *Bacteroides* spp.'nin göreceli bolluğunun azaldığını ortaya koyduğu ifade edilmektedir. Dahası, *Prevotella* spp.'nin göreceli bolluğunun haftada 11 saatten fazla antrenman yapan bisikletçilerde daha az sıklıkla antrenman yapanlara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur (Petersen vd. 2017). Bu bulgular, fiziksel egzersizin bağırsak mikrobiyotasının bileşiminde değişikliklere neden olabileceği fikrini destekleyen kanıtlar sunmaktadır.

Bağırsak mikrobiyomu, spor performansını etkileyen birkaç temel mekanizma ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Bu mikroorganizmalar, besinlerin sindirilmesi ve emilimi, enerji üretimi, bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesi ve inflamasyonun kontrol edilmesinde rol oynar. Sporcuların enerji ihtiyaçları yüksek olduğu için, bağırsak mikrobiyomu sporcuların performansını doğrudan etkileyebilir. Mikrobiyomun enerji metabolizmasına etkisi, özellikle kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar) üretimi yoluyla gerçekleşir. SCFA'lar, bağırsakta sindirilmeyen karbonhidratların fermente edilmesi sonucu üretilir ve enerji kaynağı olarak kullanılır. Araştırmalar, SCFA üretiminin arttığı durumlarda dayanıklılığın da arttığını göstermiştir. Bu da mikrobiyomun spor performansı üzerinde doğrudan bir rol oynayabileceğini düşündürülebilir.

Tablo 1. Bağırsak mikrobiyotası ile egzersiz performansı arasındaki ilişki.

Literatür	Türler	Sayı	Tasarım	Süre	Sonuçlar
Choi vd. (2013)	Fare	12 (<i>n</i> = 6/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	5 hafta	Egzersiz, PCB'lere oral maruziyetle indüklenen mikrobiyotadaki değişiklikleri hafifletir. Egzersiz grubunda azalan taksonlar, <i>tenericutes</i> ve <i>bacteroidetes</i> filumuna aitti. Egzersiz yapan farelerde, hareketsiz farelere kıyasla <i>tenericutes</i> filumundaki <i>Erysipelotrichaceae</i> bakterisi <i>C11_K211</i> 'de azalma vardı.
Clarke vd. (2014)	İnsan	86	Vaka-kontrol çalışması	1 örnekleme	Sporcularda bağırsak mikroorganizmalarının çeşitliliği daha yüksekti. <i>Bacteroidetes</i> sporcularda önemli ölçüde daha az yaygındı. Özellikle, elit sporcularda yüksek BKI kontrollerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti.
Evans vd. (2014)	Fare	48 (<i>n</i> = 12/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	12 hafta, 3 örnekleme	Egzersiz, bağırsak mikrobiyotasında diyet etkilerinden farklı olan benzersiz bir değişime neden olur. <i>Bacteroidetes</i> filumu , HFD ile beslenen farelerde koşulan mesafeye orantılı bir şekilde artarken <i>firmicutes</i> azaldı.
Hsu vd. (2015)	Fare	24 (<i>n</i> = 8/grup)	İleriye dönük kohort çalışması	1 örnekleme	Dayanıklılık yüzme süresi SPF ve BF için GF farelerinden daha uzundu ve karaciğer, kas, kahverengi yağ ve epididimal yağ pedlerinin ağırlığı SPF ve BF için GF farelerinden daha yüksekti. GPx ve katalazın serum seviyeleri SPF'de GF farelerinden daha yüksekti. SOD aktivitesi BF'de SPF ve GF farelerinden daha düşüktü.
Kang vd. (2014)	Fare	40 (<i>n</i> = 10/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	1 örnekleme	Egzersiz tek başına bağırsak mikrobiyomunda diyetle neredeyse aynı büyüklükte büyük değişimlere neden oldu ancak değişimler ilgisizdi (ortogonal). Egzersiz <i>Porphyromonadaceae</i> , <i>Streptococcaceae</i> , <i>Peptococcaceae</i> 2 ailesinin bolluğunu azaltırken <i>peptostreptococcaceae</i> , <i>cryomorphaceae</i> , <i>rhizobiaceae</i> ve <i>Incertae Sedis IV</i> 'ü artırdı .
Lambert vd. (2015)	Fare	38 (<i>n</i> = 9–10/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	6 hafta, 1 örnekleme	Diyabet durumu ile egzersiz eğitimi arasındaki etkileşim, toplam bakteri, <i>enterobacteriaceae</i> ve <i>Bifidobacterium</i> spp.'nin kör bağırsak bolluğunu etkiledi. <i>Bifidobacterium</i> spp.
Matsumoto vd. (2008)	Sıçan	14 (<i>n</i> = 7/grup)	Rastgele blok tasarımı	5 hafta, 1 örnekleme	Egzersiz yapan sıçanlar, hareketsiz sıçanlara kıyasla artmış kolon bütirat konsantrasyonları gösterdi. Sıcaklık gradyanı jel elektroforezi analizi, kör bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerle ilişkili bütirat üreten bakterilerin ortaya çıkmasının, kör bağırsaktaki n-bütirat artışının nedeni olduğunu öne sürdü.
McFadzean vd. (2014)	İnsan	1493	İleriye dönük kohort çalışması	1 örnekleme	Faecalibacterium prausnitzii egzersiz sırasında önemli ölçüde farklı olan tek türdü. Egzersiz arttıkça <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> 'de artış gösterdiler. Daha sık egzersiz yapan bireylerde α çeşitliliğinde önemli bir artış vardı.
Petriz vd. (2014)	Sıçan	15 (<i>n</i> = 5/grup)	İleriye dönük kohort çalışması	4 hafta	Egzersiz, tüm sıçan soylarında cins düzeyinde bağırsak bakterilerinin bileşimini ve çeşitliliğini değiştirdi. Obez sıçanlarda, <i>Pseudomonas</i> ve <i>Lactobacillus</i> egzersiz eğitimi sonrasında önemli ölçüde değişti. (<i>Streptococcus</i> , <i>Aggregatibacter</i> ve <i>Sutterella</i>).
Queipo-Ortuno vd. (2013)	Sıçan	40 (<i>n</i> = 10/grup)	Vaka-kontrol çalışması	6 gün	Beslenme durumu ve egzersiz bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini ve benzerliğini etkilemiştir. Hem <i>Bifidobacteria</i> hem de <i>Lactobacillus</i> , bağırsaktaki bütirat üreten bakteriler tarafından bütirata dönüştürülen organik asit laktat üretme kapasitesine sahip. <i>Clostridium</i> ve <i>Enterococcus</i> egzersiz grubunda azalmış gibi görünüyor.

Sindirim Sağlığı, Enerji Metabolizması ve Dayanıklılık

Dayanıklılık egzersizi, koşu, kros kayağı, bisiklet, aerobik egzersiz veya yüzme gibi uzun bir süre boyunca yapılan kardiyovasküler egzersiz olarak tanımlanabilir (Joyner ve Coyle 2008). Dayanıklılık antrenmanları ile insan vücudunda değişimler meydana gelir. Vücut ısısındaki artış (Serin ve Taşkın

2016). Kan akışını değiştirir ve susuzluğu artırır, bu da homeostatik dengeyi yeniden sağlamak amacıyla adrenalin ve glukokortikoidlerin salınmasına neden olur (Kar vd. 1981). Bağırsak mikrobiyotası; enerji üretimi için, sindirimi ve gıda emilimini destekler, Hsu vd. (2015), yaptığı çalışmada kolonda, kompleks karbonhidratların sindirilmesi ve daha sonra n-bütirat, asetat ve propionat gibi kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA'lar) fermente edilmesinden bahsedeler. Propionat ve asetat kan dolaşımında çeşitli organlara taşınır ve burada özellikle glukoneogenez için propionat kullanan hepatosit hücreleri tarafından enerji metabolizması için substrat olarak kullanılır (Samuel vd. 2008). Dayanıklılık egzersizinin fizyolojik ve biyokimyasal talepleri hem kas bazlı hem de sistemik tepkileri ortaya çıkarır. Dayanıklılık egzersizine yönelik temel adaptasyonlar arasında kaslarda mekanik, metabolik, nöromüsküler ve kasılma işlevlerinde iyileşme, elektrolitlerin yeniden dengelenmesi, glikojen depolanmasında azalma ve kas dokusunda mitokondriyal biyogenezde artış yer alır. Dahası, dayanıklılık egzersizi oksidatif stres, bağırsak geçirgenliği, kas hasarı, sistemik inflamasyon ve bağışıklık tepkileri üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Ek olarak, kaslardaki periferik vasküler direncin önemli ölçüde azalmasıyla ilişkili olarak kalbin ventilasyon ve pompalama işlevinde artış vardır. Bu, özellikle egzersiz yoğunluğu arttığında yüksek miktarda oksijen ve besin tüketen çalışan kaslara oksijen ve besin iletilmesini kolaylaştırır. ↑: artar; ↔: tepkide değişiklik yok; ↓: azalır; ↕: artabilir veya azalabilir (Heinonen vd., 2014).

Dayanıklılık egzersizi sırasında enerji gereksinimleri göz önüne alındığında, bağırsak mikrobiyotası ile tüm vücut enerji metabolizması arasındaki ilişki vardır. Bağırsak mikrobiyotasının, elit sporcularda performans etkileri gösterdiği mekanizmaları belirleme çabalarının artması da bu yüzden şaşırtıcı değildir. Karbonhidrat fermantasyonu, insan bağırsak mikrobiyotasının temel bir aktivitesidir ve kolonun enerji ve karbon metabolizmasını yönlendirir, ancak protein sindirimi tarafından üretilen son ürün yelpazesi karbonhidratlardan daha geniştir (Opitz vd. 2015). Dolayısıyla üzerinde çok daha geniş kapsamlı araştırmalar gerektiren bir konudur.

Antioksidan savunma ve/veya oksidatif stres arasındaki denge olan bağırsak epitel redoks ortamının homeostatik kontrolü, bağırsağın besin sindirimi ve emilimi, kök hücre çoğalması, apikal enterosit apoptozu ve bağışıklık tepkisi işlevlerinin merkezinde yer alır. ROS ve RONS maddelerinin kontrolü ve uzaklaştırılması (i) bir enzimatik sistem (örneğin, SOD, CAT ve GPx) ve (ii) bir enzimatik olmayan sistem (örneğin, urat, glutatyon, ubikinon, tiyoredoksin, ferritin ve laktoferri) tarafından gerçekleştirilir (Bahattacharyya vd. 2014). Egzersiz sırasında SOD, CAT ve GPx gibi antioksidan enzimlerin aktivitesi kronik yorgunluk ve yoğun egzersiz sırasında zayıflar. Ek olarak, daha sonra otoksidasyona uğrayan ve oksidatif stresi arttırabilen katekolaminlerin üretimi artar ve böylece nihai performansı sınırlandırır (Lamprecht vd. 2012).

Bağırsak mikrobiyomu, sindirim sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için kritik bir rol oynar. Sporcular için, sindirim sağlığı performansın kilit unsurlarından biridir çünkü en uygun besin emilimi ve enerji dönüşümü performansı doğrudan etkileyebilir. Mikrobiyomun sağlıklı bir dengesinin bozulması, sindirim sorunlarına yol açarak sporcuların enerji düzeylerini ve dayanıklılıklarını olumsuz etkileyebilir. Enerji metabolizması açısından, mikrobiyomun özellikle karbonhidrat, yağ ve proteinlerin sindirimi üzerindeki etkisi önemlidir. Sporcular, kas dokusunun korunması ve enerji ihtiyacının karşılanması için bu makro besinlere bağımlıdır. Bağırsak mikrobiyomundaki dengesizlikler veya yetersizlikler, bu besinlerin uygun şekilde sindirilmesini engelleyerek performans düşüşüne neden olabilir. Dayanıklılık ise mikrobiyomun genel vücut sağlığı üzerindeki etkisiyle ilişkilidir. Bağırsak mikrobiyomundaki yararlı bakterilerin yeterli seviyede olması, enflamasyonu azaltarak kas toparlanmasını hızlandırır ve sporcuların dayanıklılığını artırır. Bağırsak sağlığı, egzersiz sonrası

toparlanma sürecinde de önemli rol oynar, bu da sporcuların yoğun antrenmanları daha hızlı atlatmalarına yardımcı olabilir.

Mikrobiyom Çeşitliliği ve Farklı Spor Dalları

Farklı spor dallarında faaliyet gösteren sporcuların bağırsak mikrobiyom çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalar, spor türlerine göre mikrobiyom yapısının değişebileceğini öne sürmektedir. (uzun mesafe koşu, bisiklet gibi) ile uğraşan sporcuların bağırsak mikrobiyom çeşitliliği (halter, güreş) ile uğraşanlara göre daha yüksek olduğu incelenen çalışmalar sonucunda yorumlanabilir. Bunun nedeni, dayanıklılık sporlarında enerji gereksinimlerinin farklılığı ve uzun süreli egzersizlerin metabolik etkilerinin bağırsak florası üzerinde yarattığı farklılıklardan kaynaklanabilir. Dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının enerji üretiminde etkili olan bakteri türleri açısından zengin olduğu söylenebilir. Örneğin, Veillonella bakterisinin uzun mesafe koşucularında daha yaygın olduğu ve laktatı enerji kaynağı olarak kullanarak dayanıklılığı artırdığı söylenebilir. Buna karşın, güç sporcularında kas gelişimini destekleyen mikroorganizmalar daha fazla bulunabilir. Mikrobiyom çeşitliliğinin artırılması, her iki spor türünde de performans avantajları sağlayabilir. Ayrıca farklı spor dallarıyla ilgilenen sporcularında mikrobiyom çeşitliliği örnekleri bize analiz sonuçları elde etmemiz için imkânlar sağlayabilir. Yapılan son çalışmalar kapsamlıca incelendiğinde bu sonuçlara varabiliriz.

Mikrobiyom çeşitliliği, vücudumuzdaki mikroorganizmaların (özellikle bağırsak bakterileri) çeşitliliği anlamına geldiği görülmüştür ve bu çeşitliliğin sağlık açısından büyük önem taşıdığı bilinir. Mikrobiyom, sindirim, bağışıklık sistemi, metabolizma ve ruh hali gibi birçok sistemi etkileyebilir. Spor ve egzersiz alışkanlıklarının mikrobiyom çeşitliliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucu spor ve egzersizin mikrobiyom üzerine etkilerinin yorumlanması:

1. Çeşitliliği artırır: Düzenli ve orta-yoğunlukta egzersiz, bağırsak mikrobiyom çeşitliliğini artırabilir. Daha fazla bakteri türünün varlığı, vücudun daha geniş bir yelpazede besinleri işlemesine ve sağlıklı metabolik işlevler yürütmesine olanak tanıyabilir.
2. Farklı sporlar ve mikrobiyom: Farklı egzersiz türleri farklı etkiler yaratabilir. Örneğin, dayanıklılık sporlarıyla uğraşan bireylerde mikrobiyom daha fazla çeşitlilik gösterirken, yüksek yoğunluklu antrenmanlar vücutta stres yaratabilir ve bu durum bazen mikrobiyom üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir.
3. Fiziksel aktivite ve bağırsak sağlığı: Egzersiz, bağırsak hareketliliğini artırarak, sindirim sürecini destekleyebilir. Bu, iltihaplanmanın azalmasına ve bağırsak geçirgenliğinin düşmesine yol açarak genel bağırsak sağlığını olumlu yönde etkileyebilir.
4. Bağırsak sağlığı ve spor performansı: Bağırsak mikrobiyomunun dengeli olması, spor performansını da iyileştirebilir. Bağırsak sağlığı iyi olan bireylerde enerji üretimi ve iltihaplanmanın azaltılması gibi faktörler sayesinde spor performansı artabilir. Kısaca, düzenli ve dengeli spor yapmak, mikrobiyomun çeşitliliğini ve sağlığını olumlu yönde etkileyebilir. Ancak aşırı yoğun antrenmanlar stres yaratarak olumsuz etkilere neden olabilir. Bu yüzden egzersiz programlarının bireye uygun şekilde dengelenmesi önemlidir.

Tablo 2. Bağırsak mikrobiyotası ve spor branşları açısından incelenmesi.

Literatür	Yaş	Katılımcılar	Vücut kitle indeksi	Mikrobiyota
Galle vd. (2020)	18–36	Çok aktif (<i>n</i> = 140)	-	↓ <i>Megasphaera</i> ↓ <i>Lachnobacterium</i> ↓ <i>Dialister</i> ↓ <i>Paraprevotella</i>
Manor vd. (2020)	12–26	Kürekçiler (<i>n</i> = 19)	-	↑ <i>Clostridiales</i> ↑ <i>Ruminococcaceae</i> ↑ <i>Faekalibakteri</i> ↓ <i>Bakteroitler</i>
Jang vd. (2019)	20–26	Vücut geliştirme (<i>n</i> = 45)	20,5–28,1 ± 4,2	↑ <i>Faekalibakteri</i> ↑ <i>Clostridium</i> ↑ <i>Eisenbergiella</i> ↑ <i>Haemophilus</i> ↓ <i>Mavi</i> ↓ <i>Leuconostoc</i> ↓ <i>Weissella</i> ↓ <i>Bakteroitler</i> ↓ <i>Bifidobakteri</i>
Scheiman vd. (2019)	-	Koşucular (<i>n</i> = 26)	-	↑ <i>Veillonella</i>
Barton vd. (2018)	-	Ragbi oyuncularını (<i>n</i> = 86)	Kontrol grubu < 25,2 ve ≥ 26,5 olarak ayrıldı	↑ <i>Erizipelotrişi</i>

SONUÇ

Sonuç olarak, bağırsak mikrobiyomu spor performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve bu etkiler hem fiziksel dayanıklılığı hem de toparlanma süreçlerini iyileştirebilir. Bağırsak mikrobiyomu, özellikle enerji metabolizmasında kritik rol oynayan kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi yoluyla, sporcuların enerji ihtiyaçlarını karşılamada yardımcı olabilir. Aynı zamanda inflamasyonu düzenleyerek egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırabilir ve bağışıklık sistemini desteklediği görülmüştür. Mikrobiyom çeşitliliğinin artması, sindirim sağlığını iyi gelebilir ve böylece besinlerin emilimini ve metabolik süreçlerin verimliliğini artırır. Araştırmalar, farklı spor dallarındaki sporcuların mikrobiyom profillerinin farklı olabileceğini, bu farkın spor türüne özgü enerji gereksinimleri ve antrenman yoğunluklarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Farklı spor dallarında mikrobiyom çeşitliliği değişiklik gösterebilir ve bu çeşitlilik, sporcuların performansını optimize etmek için kullanılabilir. Dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının enerji üretiminde etkili mikroorganizmalar açısından daha zengin olması, performansları üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Bu bulgular, mikrobiyomun sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre optimize edilmesinin, spor performansını artırmak için etkili bir strateji olabileceğini göstermektedir. Beslenme düzenlemeleri ve probiyotik takviyeler ile sporcuların sportif performansı ve iyilik hali artırılabilir. Ancak, mikrobiyomun spor performansındaki rolünü daha iyi anlamak için uzun vadeli, çok farklı araştırmalara ihtiyaç vardır. Mikrobiyomun spor performansı üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için, gelecekte yapılacak çalışmalar ile sporcuların beslenme alışkanlıkları, antrenman yükleri, şiddeti ve mikrobiyom yapısı arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine incelemelidir.

KAYNAKLAR

Petritz, B. A., Castro, A. P., Almeida, J. A., Gomes, C. P., Fernandes, G. R., Kruger, R. H., ... & Franco, O. L. (2014). Exercise induction of gut microbiota modifications in obese, non-obese and hypertensive rats. *BMC genomics*, 15, 1-13.

- Barton, W., Penney, N. C., Cronin, O., Garcia-Perez, I., Molloy, M. G., Holmes, E., ... & O'Sullivan, O. (2018). The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects in composition and particularly at the functional metabolic level. *Gut*, 67(4), 625-633.
- Bhattacharyya, A., Chattopadhyay, R., Mitra, S., & Crowe, S. E. (2014). Oxidative stress: an essential factor in the pathogenesis of gastrointestinal mucosal diseases. *Physiological reviews*, 94(2), 329-354.
- Choi, J. J., Eum, S. Y., Rampersaud, E., Daunert, S., Abreu, M. T., & Toborek, M. (2013). Exercise attenuates PCB-induced changes in the mouse gut microbiome. *Environmental health perspectives*, 121(6), 725-730.
- Clarke, S. F., Murphy, E. F., O'Sullivan, O., Lucey, A. J., Humphreys, M., Hogan, A., ... & Cotter, P. D. (2014). Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, 63(12), 1913-1920.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract? *The Journal of physiology*, 595(9), 2883-2896.
- Dao, M. C., Everard, A., Aron-Wisnewsky, J., Sokolovska, N., Prifti, E., Verger, E. O., ... & MICRO-Obes Consortium. (2016). Akkermansia muciniphila and improved metabolic health during a dietary intervention in obesity: relationship with gut microbiome richness and ecology. *Gut*, 65(3), 426-436.
- Kar, D. H., Baxter, P., & Gül, R. J. (1981). Dayanıklılık yarışında yarışan atlarda kas lifi bileşimi ve glikojen tükenmesi. *Veteriner Rec.*, 108, 374 – 378.
- Evans, C. C., LePard, K. J., Kwak, J. W., Stancukas, M. C., Laskowski, S., Dougherty, J., ... & Ciancio, M. J. (2014). Exercise prevents weight gain and alters the gut microbiota in a mouse model of high fat diet-induced obesity. *PloS one*, 9(3), e92193.
- Gallè, F., Valeriani, F., Cattaruzza, M. S., Gianfranceschi, G., Liguori, R., Antinozzi, M., ... & Romano Spica, V. (2020). Mediterranean diet, physical activity and gut microbiome composition: a cross-sectional study among healthy young Italian adults. *Nutrients*, 12(7), 2164.
- Heinonen, I., Kalliokoski, K. K., Hannukainen, J. C., Duncker, D. J., Nuutila, P., & Knuuti, J. (2014). Organ-specific physiological responses to acute physical exercise and long-term training in humans. *Physiology*, 29(6), 421-436.
- Hsu, Y. J., Chiu, C. C., Li, Y. P., Huang, W. C., Te Huang, Y., Huang, C. C., & Chuang, H. L. (2015). Effect of intestinal microbiota on exercise performance in mice. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 552-558.
- Jang, L. G., Choi, G., Kim, S. W., Kim, B. Y., Lee, S., & Park, H. (2019). The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 1-10.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35-44.
- Kang, S. S., Jeraldo, P. R., Kurti, A., Miller, M. E. B., Cook, M. D., Whitlock, K., ... & Fryer, J. D. (2014). Diet and exercise orthogonally alter the gut microbiome and reveal independent associations with anxiety and cognition. *Molecular neurodegeneration*, 9, 1-12.

- Lambert, J. E., Myslicki, J. P., Bomhof, M. R., Belke, D. D., Shearer, J., & Reimer, R. A. (2015). Exercise training modifies gut microbiota in normal and diabetic mice. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(7), 749-752.
- Lamprecht, M., Bogner, S., Schippinger, G., Steinbauer, K., Fankhauser, F., Hallstroem, S., & Greilberger, J. F. (2012). Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 1-13.
- Manor, O., Dai, C. L., Kornilov, S. A., Smith, B., Price, N. D., Lovejoy, J. C., ... & Magis, A. T. (2020). Health and disease markers correlate with gut microbiome composition across thousands of people. *Nature communications*, 11(1), 5206.
- Matsumoto, M., Inoue, R., Tsukahara, T., Ushida, K., Chiji, H., Matsubara, N., & Hara, H. (2008). Voluntary running exercise alters microbiota composition and increases n-butyrate concentration in the rat cecum. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 72(2), 572-576.
- McFadzean, R. (2014). Exercise can help modulate human gut microbiota. Honors Thesis: Robert McFadzean Thesis advisor: Dr. Rob Knight 04/07/2014 University of Colorado Department of Evolutionary Biology.
- Opitz, D., Lenzen, E., Opiolka, A., Redmann, M., Hellmich, M., Bloch, W., ... & Brinkmann, C. (2015). Endurance training alters basal erythrocyte MCT-1 contents and affects the lactate distribution between plasma and red blood cells in T2DM men following maximal exercise. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 93(6), 413-419.
- Petersen, L. M., Bautista, E. J., Nguyen, H., Hanson, B. M., Chen, L., Lek, S. H., ... & Weinstock, G. M. (2017). Community characteristics of the gut microbiomes of competitive cyclists. *Microbiome*, 5, 1-13.
- Queipo-Ortuno, M. I., Seoane, L. M., Murri, M., Pardo, M., Gomez-Zumaquero, J. M., Cardona, F. ... Tinahones, F. J. (2013). Gut microbiota composition in male rat models under different nutritional status and 457 physical activity and its association with serum leptin and ghrelin levels. *PLoS One*, 8(5), e65465.
- Samuel, B. S., Shaito, A., Motoike, T., Rey, F. E., Backhed, F., Manchester, J. K. ... & Gordon, J. I. (2008). Effects of the gut microbiota on host adiposity are modulated by the short-chain fatty-acid-binding G protein-coupled receptor, Gpr41. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(43), 16767-16772.
- Scheiman, J., Lubber, J. M., Chavkin, T. A., MacDonald, T., Tung, A., Pham, L. D. ... & Kostic, A. D. (2019). Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. *Nature medicine*, 25(7), 1104-1109.
- Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS biology*, 14(8), e1002533.
- Serin, E. (2019). Profesyonel, amatör ve sedanter futbol oynayanların fiziksel, fizyolojik ve motorik özelliklerinin değerlendirilmesi-anaerobik dayanıklılıklarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(2), 344-355.

- Serin, E. (2020). Aerobik antrenmanların vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 3(1), 17-24.
- Serin, E., & Taşkın, H. (2016). Anaerobik dayanıklılık ile dikey sıçrama arasındaki ilişki. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 37-43.
- Wegierska, A. E., Charitos, I. A., Topi, S., Potenza, M. A., Montagnani, M., & Santacroce, L. (2022). Fiziksel egzersiz ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki bağlantı: rekabetçi sporcular için etkileri. *Spor Hekimliği*, 52, 2355-2369.
- West, N. P., Horn, P. L., Pyne, D. B., Gebiski, V. J., Lahtinen, S. J., Fricker, P. A., & Cripps, A. W. (2014). Probiotic supplementation for respiratory and gastrointestinal illness symptoms in healthy physically active individuals. *Clinical Nutrition*, 33(4), 581-587.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Serin, E. (2024). Mikrobiyom ve spor performansı. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 117-126. <https://doi.org/10.56728/dustad.1560067>

Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)’da Fenolün Bazı Hematolojik Parametrelere Etkisi

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
22 Ekim 2024

Kabul Tarihi
23 Aralık 2024

Muhammet Enis YONAR¹
Serpil MIŞE YONAR²
Didem TAŞÇI³


Özet: Benzen halkasına bir veya daha çok OH- molekülünün bağlanmasıyla oluşan aromatik yapılı bir bileşik olan fenol beyaz-pembe arası veya renksiz katı kristal bir maddedir. Yanıcı özelliğe sahip fenol su ile karşılaştırıldığında çok yavaş bir şekilde buharlaşmaktadır. Hidroksi veya hidroksil benzen ya da karbolik asit adıyla da bilinene fenol sulu ortamlarda çözünürlüğü iyi olan bir bileşiktir. Oldukça yaygın bir kullanıma sahip olan fenol, organik kirleticiler arasında yer almakta ve yetiştiricilikte dezenfektan olarak sıklıkla uygulanmaktadır. Bu çalışmadaki amaç farklı konsantrasyonlardaki fenolün pullu sazanda (*Cyprinus carpio*) bazı hematolojik parametrelere etkisini araştırmaktır. Üç farklı konsantrasyonda fenol (0,01, 0,1 ve 1 ppm) 96 saat süresince balıklara uygulandı. Çalışmanın sonunda hematolojik değerler [eritrosit sayısı, hemoglobin konsantrasyonu, hematokrit düzeyi ve eritrosit indisleri: ortalama eritrosit hacmi (MCV); ortalama eritrosit hemoglobin (MCH); ortalama eritrosit hemoglobini konsantrasyonu (MCHC)] ölçüldü. Fenol uygulanan grupların eritrosit sayısı, hemoglobin konsantrasyonu ve hematokrit düzeyi kontrol grubuyla kıyaslandığında azaldı. Fenol verilen grupların eritrosit indislerinde azalma ve dolayısıyla anemi belirlendi.


Anahtar kelimeler: balık, fenol, hematolojik parametre, kan

Effect of Phenol on Some Hematological Parameters in Scaly Carp (*Cyprinus carpio*)

Abstract: Phenol, an aromatic compound formed by the attachment of one or more OH- molecules to the benzene ring, is a white-pink or colourless solid crystalline substance. Phenol, which has flammable properties, evaporates very slowly compared to water. Phenol, also known as hydroxy or hydroxyl benzene or carbolic acid, is a compound with good solubility in aqueous media. Phenol, is a widely used organic pollutant and is often used as a disinfectant in aquaculture. The aim of this study was to investigate the effects of different concentrations of phenol on some hematological parameters in scaly carp (*Cyprinus carpio*). Three different concentrations of phenol (0.01, 0.1 and 1 ppm) were applied to the fish for 96 hours. At the end of the study, hematological values [erythrocyte count, hemoglobin concentration, hematocrit level and erythrocyte indices: [mean erythrocyte volume (MCV); mean erythrocyte hemoglobin (MCH); mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC)] were measured. The erythrocyte count, hemoglobin concentration and hematocrit level of the phenol-treated groups decreased

¹  Corresponding author, meyonar@gmail.com; Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye

²  serpilmise@gmail.com, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye

³  tdidemm@gmail.com, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye

compared to the control group. A decrease in the erythrocyte indices and thus anemia was observed in the phenol-treated groups.

Keywords: fish, hematological parameter, blood, phenol

GİRİŞ

Yetiştiricilikte birçok farklı dezenfektan kullanılmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri de fenoldür. Ayrıca sanayi alanında yoğun kullanıma sahip fenol ve türevleri de sulara oldukça fazla miktarda karışabilmektedir. Fenolün yüksek konsantrasyonlarda içeren sular, hem sudaki organizmalar için hem de bu canlıları tüketen başta insanlar olmak üzere diğer canlılar için toksik olabilmektedir. Fenol ve fenol türevlerinin yüksek konsantrasyonları sucul canlılarda akut ya da kronik seyirli toksisite oluşturabilmektedir (Faggio vd., 2016; Malathi ve Anuradha, 2020; Muthukumaravel vd., 2023).

ABD Çevre Koruma Dairesi (EPA) ve Kanada Ulusal Kirletici Salınım Envanteri (NPRI) tarafından öncelikli kirletici olarak belirlenen fenolün yüzey sularındaki konsantrasyonu için 1 ppb 'den daha düşük bir oran EPA tarafından bildirilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne göre atık su arıtma tesislerine deşarj standartlarında fenol için sınır değeri 20 mg/L olarak belirlenmiştir. Su kalitesi sınıflarına göre fenol için sınır değerleri aynı yönetmelikte sırasıyla I. sınıf için 0.002 mg/L, II. sınıf için 0.01 mg/L, III. sınıf için 0.1 mg/L ve IV. sınıf için > 0.1 mg/L'dir (İleri, 2020).

Fenol, boyalar, parfümler, antibakteriyal ajanlar, mürekkepler, polikarbonat reçine, patlayıcılar, tekstil ürünleri, petrokimya ile petrol arıtımı ve plastik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca tıp ve ilaç endüstrisinde bisfenol A, kaprolaktam ile dezenfektan ve temizlik ekipmanı üretimi için preparat üretiminde de yaygın olarak başvurulmaktadır. Fenol kullanılarak hazırlanan sulu çözeltiler dezenfektan ve antiseptik etki göstermekte, gram negatif ve gram pozitif bakteri grupları ile bazı mantarlara karşı çok etkili bir dezenfektan işlevi göstermektedir (Movahedian vd., 2009). Diğer taraftan fenolün yetiştiricilik açısından da çok önemli bir madde olduğu bilinmektedir. Balık tüberkülozunda akvaryumların, ayrıca balık taşıma kaplarının ve aletlerin dezenfeksiyonunda fenol ve fenol türevleri oldukça fazla tercih edilmektedir. Bakteriler, mantarlar ve parazit yumurtalarına karşı geniş bir kullanımı bulunmaktadır. Kullanım dozları amacına göre % 3 ile % 5 arasında değişmektedir. Yine kullanım süresi uygulanan doza göre farklılık göstermektedir. Kullanımında doza ve süreye oldukça dikkat edilmeli, kullanıldığı alet ve ekipmanlar iyice yıkanmalıdır. Aksi halde balıkların et kalitesini ve tadını olumsuz etkilemektedir (Arda vd., 2017).

Suda fenolün ana kaynağı endüstriyel atık sulardır. Yüzey sularında klorla reaksiyona girerek kötü kokuya sahip klorofenollerin oluşumuna neden olan fenoller bu şekilde balıkentinin kokusunun değişmesine de sebep olurlar. Sinir sistemine zarar vererek etkilerini gösterdiklerinden dolayı genellikle sinir zehiri olarak da adlandırılırlar. Balıklarda klinik belirtiler sinirlilik, uyarıla bilirlik, denge kaybı, spazm, yüzeyin üstüne zıplama, vücut yüzeyinde solgunluk ve aşırı mukus üretimi şeklindedir. Yüksek düzeyde fenole maruz kalındığında vücudun alt kısmında hematoma görülürken, düşük fenol konsantrasyonları kronik olarak beyin, parenşimatoz organlar ve solungaçlarda dejeneratif değişikliklere yol açabilmektedir. Mevzuatta "Fenollü bileşiklerin derişimi balık tadını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmamalıdır" şeklinde bir ifade olması dışında başka bir düzenleme bulunmamaktadır (Filazi vd., 2016).

Fenol ve fenol türevlerinin yüksek konsantrasyonları sucul canlılarda akut ya da kronik seyirli toksisite oluşturabilmektedir. Yüksek oranda fenol, sucul canlıların yanı sıra besin piramidindeki diğer canlılar içinde aynı tehlikeyi meydana getirebilmektedir. Ayrıca fenolün toksik etkilerini hematolojik

parametreleri kullanarak araştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada balıklarda fenol toksisitesinin antioksidan parametreler kullanılarak araştırılması konu olarak seçilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Çalışma, Fırat Üniversitesi Deneysel Araştırma Merkezi Müdürlüğü (FDAM) Su rnleri Araştırma Merkezi'nde yürütüldü. Çalışma, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneylei Yemel Etik Kurulu'nun 22/03/2023 tarih ve 2023/05-01 sayılı izni ile gerçekleştirildi. Araştırmada önceden dezenfekte edilmiş ve balıkların atlamalarını engellemek için eleklerle kapatılmış 12 adet cam akvaryum (3 tekrar ve her bir tekrar için 4, toplamda 12 akvaryum) kullanıldı. Çalışma başlamadan önce balıkların akvaryumlara 15 gün süreyle adaptasyonları sağlandı.

Laboratuvar analizleri için gerekli olan kimyasal maddeler ise Sigma-Aldrich, Merck, Serva, Isolab, VWR Chemicals, Fluka, AppliChem, ABCR firmalarından temin edildi.

Araştırmada, ortalama 30 gram ağırlığa sahip olan ve Fırat Üniversitesi Su rnleri Fakültesine canlı olarak getirilen 120 adet (her bir tekrar için 40, 3 tekrar için toplamda 120 adet) pullu sazan (*Cyprinus carpio*) kullanıldı. Balıklar 12 farklı cam akvaryuma, her birinde 10 adet olacak şekilde bırakılarak aşağıdaki gibi 4 grubu ayrıldı.

K: Kontrol grubu

D1: 0.01 ppm konsantrasyonunda fenolün banyo yoluyla uygulandığı grup

D2: 0.1 ppm konsantrasyonunda fenolün banyo yoluyla uygulandığı grup

D3: 1 ppm konsantrasyonunda fenolün banyo yoluyla uygulandığı grup

Çalışma 96 saat sürdü. Çalışmanın sonunda balıklar benzokain (25 mg/L) ile anesteziden edilerek tekniğine uygun olarak otopsi edildi (Arda vd., 2017). Balıkların kanları kavdal pedünkül bölgesinden ensize edilmesinden sonra kavdal venasından alınarak EDTA içeren antikoaglantlı tüplere dolduruldu. Hematokrit (Ht) değer mikrohematokrit yöntemle saptandı (Konuk, 1981). Hemoglobini (Hb) miktarı cyanmethemoglobin yöntemine göre, Drabkin's ayıracı kullanarak spektrofotometrede belirlendi (Drabkin, 1946). Eritrosit (RBC) sayımları, Natt Herrick solüsyonu kullanılarak thoma lamında yapıldı (Natt ve Herrick, 1952; Konuk, 1981). Ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ile ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) elde edilen bulgulara göre Jain (1993) ve Yonar (2019)' un bildirdiği formüllerle hesaplandı.

Denemede elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri SPSS 21.0 paket istatistik programı kullanılarak gerçekleştirildi. Kontrol ve deneme grubu balıklarının bazı hematolojik ve parametrelerinde meydana gelen değişimler $p < 0,05$ düzeyinde tek yönlü varyans analizi (ONEWAY-ANOVA) ile test edildi. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak verildi.

BULGULAR

Kontrol ve fenol uygulanan deneme grubu balıklarının bazı hematolojik parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 1' de verilmiştir.

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının Ht değeri, RBC sayısı ve Hb seviyesinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p < 0,05$). Ayrıca fenol uygulanan tüm deneme gruplarının Ht değeri, RBC sayısı ve Hb seviyesi birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0,05$).

Tablo 1. Kontrol ve fenol uygulanan grupların bazı hematolojik parametrelerindeki değişimler.

Parametreler	DeneySEL Gruplar			
	K	D1	D2	D3
Ht (%)	32,50 ± 2,20 D	29,33 ± 2,86 C	26,14 ± 1,99 B	23,07 ± 3,47 A
RBC (x 10 ⁶)	1,31 ± 0,10 D	1,27 ± 0,37 C	1,20 ± 0,30 B	1,14 ± 0,19 A
Hb (g dL ⁻¹)	6,84 ± 0,32 D	6,02 ± 0,41 C	5,51 ± 0,59 B	5,02 ± 0,60 A
MCV (µm ³)	247,59 ± 16,79 D	230,95 ± 13,87 C	217,84 ± 15,36 B	202,38 ± 11,97 A
MCH (pg)	52,23 ± 8,76 B	47,41 ± 9,21 A	45,92 ± 7,28 A	44,04 ± 5,01 A
MCHC (%)	21,05 ± 3,19 A	20,52 ± 4,44 A	21,08 ± 5,02 A	21,76 ± 3,29 A

K: Kontrol, D1: 0,01 ppm fenol, D2: 0,1 ppm fenol, D3: 1 ppm fenol

A, B, C, D: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir (p < 0,05).

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCV değerlerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu (p < 0,05). Ayrıca fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCV değerleri birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edildi (p < 0,05).

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCH değerlerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu (p < 0,05). Ancak fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCH değerleri birbiriyle karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak birbirinden herhangi bir farklılık göstermediği tespit edildi (p > 0,05).

Fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCHC değerlerinin kontrol grubundan herhangi bir farklılık göstermediği saptandı (p > 0,05). Yine fenol uygulanan tüm deneme gruplarının MCH değerleri birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden herhangi bir farklılık göstermediği tespit edildi (p > 0,05).

MCV, MCH ve MCHC değerleri birlikte değerlendirildiğinde fenol uygulanan gruplarda mikrositer hipokrom anemi belirlendi.

TARTIŞMA

Hematolojik parametreler balıkların sağlık durumunu, stres ve hastalık koşullarını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır (Vazirzadeh vd., 2017; Yonar, 2018). Bu parametreler, işlevsel ve beslenme durumunu ve balıkların dış ortama uyum sağlama kapasitesini değerlendirmede yaygın olarak kullanılacak önemli araçlardır (Abdel-Tawwab vd., 2018). Ayrıca normal ve patolojik süreçlerin iyi anlaşılabilmesi konusunda kan parametrelerindeki değişimler önemli ipuçları vermektedir (Li vd., 2011; Dotta vd., 2014). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, 0,01, 0,1 ve 1 ppm konsantrasyonlarında fenol uygulanan grupların RBC sayısı ile Hb ve Ht düzeylerinin deneme sonunda kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Tilak vd. (2007), sırasıyla 5,17 mg/L, 6,06 mg/L ve 6,99 mg/L subletal konsantrasyonlarda fenol uygulanan *Catla catla*, *Labeo rohita* ve *Cirrhinus mrigala* türü balıkların RBC sayılarında, Hb ve Ht seviyelerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma kaydedildiğini belirtmişlerdir. Bu azalma 22,32 mg/L subletal konsantrasyonunda 7, 21 ve 28 gün için fenol uygulanmış *Labeo rohita* türü balıklarda da saptanmış, azalma 7. günde istatistiksel olarak önemsiz iken 21. ve 28. günde önemli bulunmuştur (Muthukumaravel vd., 2023). Diğer taraftan *Brycon amazonicus* türü balıklarda 96 saat için 2 mg/L (96 saat için LC₅₀ değerinin % 10'u) konsantrasyonunda fenol uygulandıktan alınan kan örneklerinde RBC sayıları, Hb ve Ht seviyelerindeki değişimler incelenmiştir (Avilez vd., 2008). Fenol uygulanan balıkların RBC sayılarında, Hb ve Ht seviyelerinde istatistiksel

olarak önemli bir artış kaydedildiğini sonuç olarak tespit etmişlerdir. de Moraes vd. (2015), *Ictalurus punctatus* türü balıklarda fenolün subletal konsantrasyonda (1,5 mg/L) 96 saat uygulanmasından sonra alınan kan örneklerinde Ht seviyesi ile RBC sayısının değişmediğini ancak Hb düzeyinin arttığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ise 0,01, 0,1 ve 1 ppm konsantrasyonlarında fenol uygulanan gruplarının RBC sayısı ile Hb ve Ht düzeylerinin deneme sonunda kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Diğer çalışmalar ile bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılık ya da benzerlik fenolün uygulanan farklı konsantrasyonları, uygulama süresi, balığın ağırlığı veya türü ile açıklanabilir.

Öte yandan, eritrosit indeksleri (MCV, MCH ve MCHC değerleri) anemilerin etiyolojisini ve morfolojik sınıflandırmasını yapmak için sıklıkla başvuru olan önemli parametrelerdir (Yonar vd., 2015). Eritrosit indeksleri (MCV, MCH, MCHC) Ht değer, RBC sayısı ve Hb yoğunluğu ile ilişkili olup eritrositlerin büyüklüğü veya çapı ile hemoglobinin miktarını belirtir. Ht değer, RBC sayısı ve Hb yoğunluğu kullanılarak hesaplanan eritrosit indeksleri anemi tiplerinin ayırıcı tanısında yardımcı olmaktadır. MCV değerlerinin artması durumunda makrositer, azalması durumunda mikrositer anemi, MCH veya MCHC değerlerinin artması durumunda hiperkrom, azalması durumunda ise hipokrom anemi şekillenmektedir (Konuk, 1981). Bu çalışmada fenol uygulanan grupların MCV ve MCH değerlerinin kontrol grubuna göre önemli oranda azaldığı görülmüştür. Bu veri fenolün pullu sazanda hematolojik parametreler üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ve fenolün anemiye sebep olduğunu, ayrıca fenol uygulamasının balıklarda strese yol açtığını göstermiştir. Benzer sonuçlar fenol uygulanmış farklı balık türlerinde de tespit edilmiştir. Örneğin, Muthukumaravel vd. (2023) 22,32 mg/L subletal konsantrasyonunda 7, 21 ve 28 gün için fenol uygulanmış *Labeo rohita* türü balıklarda da anemi saptamıştır.

SONUÇ

Sonuç olarak; 0,01, 0,1 ve 1 ppm konsantrasyonlarında fenol uygulanan balıklarda incelenen hematolojik parametrelerden RBC sayısı ile Hb ve Ht düzeylerinin kontrol grubuyla kıyaslandığında azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler fenolün balıklarda toksik olabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan belirtilen dozlarda fenol uygulanan grupların eritrosit indekslerinde (MCV, MCH ve MCHC) de azalma belirlenmiştir. Bu sonuç, fenolün pullu sazanın hematolojik parametreleri üzerine olan olumsuz etkisini teyit etmiştir. Fakat farklı balık türlerinde, farklı doz ve süreler için ve farklı parametreler kullanılarak fenol uygulamasının sonuçlarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Arda, M., Seçer, S., & Sarıyüpoğlu, M. (2017). Balık Hastalıkları. Medisan Yayınevi.
- Avilez, I. M., Hori, T. S. F., de Almeida, L. C., Hackbarth, A., Neto, J. C. B. ... Moraes, G., (2008). Effects of phenol in antioxidant metabolism in *matrinxã*, *Brycon amazonicus* (Teleostei; Characidae). *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 148, 136-142.
- de Moraes, F. D., de Figueiredo, J. S. L., Rossi, P. A., Venturini, F. P., & Moraes, G. (2015). Acute toxicity and sublethal effects of phenol on hematological parameters of channel catfish *Ictalurus punctatus* and pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 10 (1), 31-36.

- Drabkin, D. L. (1946). The crystallographic and optical properties of the hemoglobin of man in comparison with those of other species. *Journal of Biological Chemistry*, 64, 703-723.
- Faggio, C., Pagano, M., Alampi, R., Vazzana, I., & Felice, M. R. (2016). Cytotoxicity, haemolymphatic parameters, and oxidative stress following exposure to sub-lethal concentrations of quaternium-15 in *Mytilus galloprovincialis*. *Aquatic Toxicology*, 180, 258-265.
- Filazi, A., Yurdakök Dikmen, B., & Kuzukıran, Ö. (2016). Balık toksikolojisi. *Journal Veterinary Science Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 2(1), 69-84.
- İleri, B. (2020). Cu-Ti-Sütunlu zeolit kullanarak atık sulardan fenol gideriminin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Jain, N. C. (1993). Essentials of veterinary hematology. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Konuk, T. (1981). Pratik fizyoloji. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.
- Malathi, S. T., & Anuradhaf, V. (2020). lithium induced toxicity profile of oxygen consumption, haematological parameters and biochemical profiles of *Channa punctatus* and *Oreochromis niloticus*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 19(2), 677-685.
- Movahedian, H., Khorsandi, H., Salehi, R., & Nikaeen, M. (2009). Detection of phenol degrading bacteria and *Pseudomonas putida* in activated sludge by polymerase chain reaction. *Iran Journal Environmental Health Sciences Engineering*, 6, 115-120.
- Muthukumaravel, K., Pradhoshini, K. P., Kanagavalli, V., Vasanthi, N., Ahmed, M. S., Musthafa, M. S. ... Rayindran, B. (2023). Impact of sublethal phenol in freshwater fish *Labeo rohita* on biochemical and haematological parameters. *Environmental Monitoring Assessment*, 195, 10
- Natt, M. P. & Herrick, C. A. (1952). New blood diluents for counting the erythrocytes and leukocytes of the chicken. *Poultry Sciences*, 31, 735-738.
- Tilak, K. S., Veeraiah, K., & Butchiram, M. S. (2007). Effect of phenol on haematological components of Indian major carps *Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhinus mrigala*. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 177-179.
- Yonar, M. E., Mişe Yonar, S., İspir, Ü., & Ural, M. Ş. (2019). Effects of curcumin on haematological values, immunity, antioxidant status and resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) against *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes*. *Fish and Shellfish Immunology*, 89, 83-90.
- Yonar, M. E., Mişe Yonar, S., Pala, A., Silici, S. & Sağlam, N. (2015) Trichlorfon-induced haematological and biochemical changes in *Cyprinus carpio*: Ameliorative effect of propolis. *Disease of Aquatic Organisms*, 114, 209-216.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Yonar, M. E., Mişe Yonar, S., & Taşçı, D. (2024). Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)' da Fenolün Bazı Hematolojik Parametrelere Etkisi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 127-132. <https://doi.org/10.56728/dustad.1570536>

COVID-19 Pandemi Döneminde Sağlık Çalışanlarının Sağlık Haberlerini Algılama Düzeylerinin Psikolojik Sağlık Durumuna Etkisi

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
4 Kasım 2024

Kabul Tarihi
5 Aralık 2024

Zeynep KAYA¹
Nur Özlem KILINÇ²

Özet: Bu araştırma, pandemi sürecinde sağlık çalışanlarının sağlık haberlerini algılama durumlarının psikolojik sağlamlıklarına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma, tanımlayıcı aynı zamanda ilişki arayıcı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın kapsamını, Ocak 2021 ile Haziran 2022 tarih aralığında Türkiye'nin güney doğusunda bulunan bir İlçe Devlet Hastanesi ve Aile Sağlığı Merkezleri'nde görev yapan toplam 950 sağlık çalışanı oluşturmaktadır. Bu araştırma, belirtilen zaman aralığında 650 sağlık çalışanı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, "Kişisel Tanıtım Formu", "Sağlık Haberleri Algısı Ölçeği" ve "Kısa Psikolojik Sağlık Durum Ölçeği" kullanılarak toplanmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 30,86±5,1'dir. Sağlık çalışanlarının %52,3'ü kadın, %55,1'i evli, %51,2'si lisans mezunu olduğunu belirlenmiştir. Katılımcıların psikolojik sağlamlık puan ortalamaları 19,65±2,46 ve sağlık haberleri algıları 75,83±0,64 olarak tespit edilmiştir. Sağlık haberleri algısının, psikolojik sağlamlık durumuna. 525 oranında etki ettiği bulunmuştur ($\beta = ,525$, $R^2 = ,606$, $p<0,005$). Sonuç olarak, araştırmadaki katılımcıların, sağlık haberleri algı düzeylerinin, psikolojik sağlamlık durumlarını etkilediği belirlenmiştir.


Anahtar kelimeler: COVID-19 pandemisi, psikolojik sağlamlık, sağlık personelleri, sağlık haberleri algısı.

The Effect of Healthcare Professionals Health News Perception Levels on Psychological Resilience of During the COVID-19 Pandemic Period

Abstract: The aim of this study was to assess the impact of healthcare workers' perceptions of health news on their psychological resilience during the pandemic. This study was carried out as a descriptive and at the same time as a correlational study. The study population consisted of a total of 950 health professionals working in a District State Hospital and Family Health Centres in the southeastern of Türkiye between January 2021 and June 2022. This research was conducted with 650 health professionals during the specified time period. Data were collected using the "Personal Introduction Form", the "Health News Perception Scale" and the "Short Psychological Resilience Scale". The mean age of the participants was 30.86±5.1 years. Of the health professionals, 52.3% were female, 55.1% were married, and 51.2% had a bachelor's degree. The mean psychological resilience score of the participants was determined as 19.65±2.46 and their perception of health news was determined as 75.83±0.64. It was found that the perception of health news has an effect on psychological resilience at a rate of. 525 ($\beta = .525$, $R^2 = .606$, $p<0.005$). It was found that the participants' perception levels of health news affected their psychological resilience.

Keywords: COVID-19 pandemic, health personnel, perception of health news, psychological resilience.

¹  zynpkaya2144@gmail.com, Hemşire, Maden Şehit Cengiz Erdür İlçe Devlet Hastanesi, Elazığ, Türkiye

²  Corresponding author, nozlemkilinc@gmail.com, Dr. Öğretim Üyesi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

GİRİŞ

COVID-19, Çin’de ilk kez tespit edilmiş ve hızla dünya genelinde görülmeye başlamıştır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), bu durumu pandemi olarak ilan etmiştir (Kanat ve Görgülü, 2020; WHO, 2020-a; WHO, 2020-b).

COVID-19 döneminde, insanlar evlerinde daha fazla zaman geçirmiş ve salgınla ilgili önemli bilgileri çeşitli medya araçlarından takip etmişlerdir. (Sağlık Bakanlığı, 2020; Karadem, 2020). Toplumun bilgilendiren önemli konularla ilgili haberlerin belirsiz, eksik veya tamamen yanlış olması istenmeyen sonuçlara yol açabilmektedir (Budak ve Korkmaz, 2020; Yalman, 2020). Güvenilir ve doğru olmayan haberler, ülkelerin salgın politikalarını olumsuz etkilemekte ve sağlık profesyonellerinin çabalarını boşa çıkarmaktadır. Bu durum pandeminin daha uzun sürmesine, ekonomik, psikolojik ve sosyal sorunlara neden olmaktadır (Maden, 2020; Kang vd., 2020).

Pandemi süreci, bireyler üzerinde hem fiziksel hem de psikolojik baskıya neden olmuştur. (Maden, 2020; Kang vd., 2020). Bireyler, bu fiziksel ve ruhsal baskılarla farklı şekillerde başa çıkmıştır. Bazı kişilerde bu durum kaygı ve depresyon gibi psikolojik sorunlara yol açarken, diğerleri bu durumdan daha az etkilenmiş ve kısa sürede normal yaşamlarına dönmüşlerdir (Kımtır, 2020). Araştırmalara göre; bu farklılığın sebepleri; bireysel özellikler, sosyal ilişkiler, bilinçli farkındalık ve psikolojik sağlık durumudur (Kımtır, 2020; TÜBA, 2024; Çınar vd., 2018).

Bireylerin alışkanlık ve davranış değişikliklerinde farklılık yaratan kavramlardan biri olan psikolojik sağlık, “bireyin yaşamının kontrolünü elinde tutması, olası değişikliklere karşı hazırlıklı olması ve yaptığı işi en iyi biçimde yapması” olarak tanımlanır (Masten, 1999). Pandemi döneminde gerçekleştirilen araştırmalar; psikolojik sağlık durumları iyi olan kişilerin olumsuzluklardan daha az etkilendiğini, tükenmişlik ve stresle başa çıkmanın daha kolay olduğunu belirtmiştir. Başka bir ifadeyle bu çalışmalar; pandemi döneminde psikolojik sağlık düzeyi yüksekliğinin, psikolojik problemler üzerinde önleyici etkisi olduğunu ortaya koymuştur. (Yazıcı Çelebi, 2020; Özdemir ve Adıgüzel, 2021; Bilge, 2020).

Pandemi döneminde ekonomik, kültürel problemlere ve tıbbi yüklerle maruz kalan sağlık çalışanları, salgından en çok etkilenen gruplardan biridir (Arman, 2021). Bu dönemde sağlık çalışanlarının karşılaştığı sorunlar arasında; çalışma koşullarındaki değişiklikler, COVID-19 hakkında yetersiz bilgi, hastalığı yaydığı düşüncesiyle toplumda damgalanma, kendini suçlama ve meslektaşlarının hastalanması veya ölmesi yer almaktadır (Kang vd., 2020; Arman, 2021; Coşkun, 2020). Yapılan çeşitli araştırmalar COVID-19 pandemisi sırasında; sağlık çalışanlarının büyük bir kısmının anksiyete, uyku sorunları, depresyon ve travma sonrası stres gibi psikolojik problemler yaşadığını ortaya koymuştur (Pappa vd., 2021; Zhang vd., 2020; Wang vd., 2020; Lo ve De Angelis; 2020, Alnazly vd., 2021; Tatal ve Efe 2020). Bu psikolojik problemler, sağlık çalışanlarının odaklanma ve karar verme yetilerini bozarak sağlık hizmeti sunumunda aksaklıklara yol açmıştır. Sağlık çalışanları, pandemiyle mücadele sürecinde, hem toplumun hem de kendi psikolojik dayanıklılıklarını korumak için mücadele etmişlerdir (Chen, 2020; Ateş vd., 2021; Bozkanat, 2021).

Literatür taramaları, pandemi döneminde sağlık çalışanlarının psikolojik sağlık ile ilgili durumunu ele alan çalışmaların bulunduğunu göstermektedir (Karadem, 2020; Özdemir ve Adıgüzel, 2021; Arman, 2021). Buna rağmen “COVID-19 pandemi sürecinde, sağlık personellerinin sağlık haberlerine yönelik algılarının psikolojik sağlık durumuna etkisi” ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırma, sağlık çalışanlarının sağlık haberlerine ilişkin algı düzeylerinin psikolojik sağlıklarına etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır.”

MATERYAL ve METOT

Araştırmanın Türü

Bu araştırma, tanımlayıcı aynı zamanda ilişki arayıcı türde yapılmıştır. Araştırma, COVID-19 pandemi sürecinde, sağlık çalışanlarının sağlık haberlerine ilişkin algılarının psikolojik sağlamlık durumuna etkisini belirlemek için yapılmıştır.

Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman

Bu çalışma; Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bir ilçenin merkeze bağlı hastane ve 6 farklı ASM' sindeki sağlık personelleri ile Ocak 2021 ile Haziran 2022 tarih aralığında yürütülmüştür.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini; Türkiye'de bir ilçedeki sağlık kuruluşlarındaki 950 sağlık personeli oluşturmuştur. Araştırmanın örneklem büyüklüğünü belirlemek için, Cohen'in standart etki büyüklükleri referans alınarak güç analizi yapılmıştır. Güç analizinde %95 güven aralığında, 0.05 anlamlılık düzeyinde, %90 güce sahip minimum 210 kişinin çalışmaya katılması gerektiği belirlenmiştir. Veri kayıpları olabileceği düşünülerek, çalışma evreni içinde araştırmaya katılmaya gönüllü olan 650 kişi ile tamamlanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri "Kişisel Tanıtma Formu (KTF)", "Sağlık Haberleri Algısı Ölçeği (SHAÖ)" ve "Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği (KPSÖ)" kullanılarak toplanmıştır.

Kişisel Tanıtma Formu

Kişisel tanıtım formu; sosyo-demografik özellikleri ve çalışma yılını, çalıştığı birimi, COVID-19 geçirme durumunu değerlendirmeyi amaçlayan 8 sorudan oluşmaktadır.

Sağlık Haberleri Algısı Ölçeği

Sağlık haberleri algısının ölçülmesi için, Çınar vd. (2018) tarafından geliştirilmiş bir ölçektir (26 madde). 5 maddeli likert tipi olan ölçekten en fazla 130 puan alınmaktadır. Puanların yüksekliği bireylerin sağlık haber algısının daha olumlu olduğunu göstermektedir. Ölçeğin Cronbach Alpha (CA) katsayısı 0,84 olarak hesaplanmıştır (Çınar vd., 2018). Bu çalışmada ölçeğin CA katsayısı 0,80 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği

Ölçek, Smith vd. (2008), tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Tayfun (2015) tarafından Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması yapılan ölçeğin amacı, psikolojik sağlamlık düzeylerini ölçmektir. 5'li likert tipinde olan ölçek, 6 sorudan oluşmuştur. 2., 4., ve 6. maddeler ters kodlanan maddelerdir. Katılımcılar ölçekten en az 6 puan alırken; en fazla 30 puan alabilmektedir. Bu ölçekte puan düştükçe psikolojik sağlamlık düzeyinin düştüğü belirtilmektedir. Ölçeğin CA katsayısı 0,81 olarak belirlenmiştir (Doğan, 2015). Bu çalışmada ölçeğin CA katsayısı 0,79 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadaki veriler SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Sciences) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Veriler; sayı, yüzde, ortalama, standart sapmanın yanı sıra normallik ölçümleri için Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Kruskal Wallis testi, Mann Whitney U testi ve basit doğrusal regresyon analizi kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Araştırmanın Etik İlkeleri

Çalışma başlatılmadan önce Fırat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (21.01.2021-6389), Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğünden kurum izni alınmıştır. Ayrıca araştırmadaki ölçekleri kullanmak için gerekli izinler alınmıştır. Araştırmada gizlilik ilkesine uygun davranılmıştır. Gönüllülük ilkesi esas alınmıştır ve bu konu hakkında katılımcılara bilgilendirme yapılmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan sağlık personellerinin SHAÖ ve KPSÖ puanları Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada, katılımcıların SHAÖ ve KPSÖ toplam puan ortalamaları; 75,83±0,64, 19,65±2,46 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların SHAÖ ve KPSÖ puan ortalamalarının dağılımı.

Ölçekler	Madde Sayısı	Min-Max.	Ort. ±SS	Cronbach Alfa
SHAÖ Toplam	26	26,00-130	75,83±0,64	,80
KPSÖ	6	6,00-30,00	19,65±2,46	,79

Araştırmada sağlık çalışanlarının yaşı, eğitim durumu, gelir durumu ile SHAÖ puanları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Ayrıca, sağlık çalışanlarının cinsiyeti, eğitim durumu, medeni durumu ve gelir durumu ile KPSÖ puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sosyo-demografik özelliklere göre ölçek puan ortalamalarının dağılımı.

Özellikler	Sayı	(%)	SHAÖ Toplam (Ort. ±SS)	Test ve P	KPSÖ Toplam (Ort. ±SS)	Test ve P
Yaş grupları						
20-29 Yaş	195	30	75,89±7,29	KW= -4,721	15,89±7,29	KW= -,721
30-39 Yaş	325	50	75,75±7,7	p=,000*	13,75±7,77	p= ,471
40 Yaş ve üstü	130	20	77,86±2,11		19,86±2,11	
Cinsiyet						
Kadın	310	52,3	77,30±2,53	U=-3,780	19,30±2,53	U= -4,6
Erkek	340	47,7	73,97±2,34	p= ,150	20,97±2,34	p= ,000*
Eğitim durumu						
Lise	113	17,4	65,67±1,09		20,67±1,09	
Ön lisans	119	18,3	71,42±1,60	KW= 144,81	20,42±1,60	KW= 114,082
Lisans	333	51,2	88,83±1,39	p= ,000*	20,83±1,39	p= 000*
Diğer	85	13,1	73,78±2,91		18,78±2,91	
Medeni durum						
Evli	358	55,1	83,95±2,12	U= -4,346	19,95±2,12	U= -3,006
Bekar	292	44,9	68,28±2,79	p= ,205	19,28±2,79	p= ,003*
Geliri algılama durumu						
Gelirim giderimden az	9	9	74,88±4,37		17,88±4,37	KW= 7,174
Gelirim giderime eşit	393	39,3	75,56±2,56	KW= 7,174	19,56±2,56	p= ,028*
Gelirim giderimden fazla	248	24,8	77,75±2,19	p= ,003*	19,75±2,19	

Tablo 3'de sağlık personellerinin COVID-19 hastalığına ilişkin özellikleri ve çalışma koşullarına göre araştırmada kullanılan ölçeklerin puan ortalamalarının dağılımı verilmiştir. Araştırmada, katılımcıların çalıştıkları birim, çalışma süresi ve COVID-19 geçirme durumu ile SHAÖ puan ortalaması kıyaslandığında; gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Sağlık

personellerinin çalıştığı birim ile KPSÖ puan ortalamaları karşılaştırıldığında; aile sağlığı merkezinde çalışan sağlık personellerinin KPSÖ puanlarının daha yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların KPSÖ puan ortalamalarının COVID-19 geçirmeyen grupta daha fazla olduğu ve farkın önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Çalışma koşulları ve COVID-19 hastalığına ilişkin özelliklere göre ölçek puan ortalamalarının dağılımı.

Özellikler	Sayı	(%)	SHAÖ Toplam (Ort. ±SS.)	Test ve P	KPSÖ Toplam (Ort. ±SS.)	Test ve P
Çalışılan birim						
Acil	241	37,1	65,85±2,68		18,85±2,68	
Yoğun Bakım	182	28,0	71,60±2,62	KW= 108,14	19,60±2,62	KW=77,14
Aile Sağlığı M.	70	10,8	88,82±1,43	p= ,050	20,82±1,43	p= ,000
Dahili ve Cerrahi K.	157	24,2	73,60±1,77		20,60±1,77	
Çalışma süresi						
1-5 Yıl	265	40,8	77,59±2,68	KW= 104,52	19,59±2,68	KW= 4,520
5-10 Yıl	289	44,5	77,58±2,37	p= ,560	19,58±2,37	p= ,104
10 Yıl ve üstü	96	14,7	74,04±1,96		20,04±1,96	
COVID-19 geçirme durumu						
Evet	255	39,2	84,21±2,65	U= -3,103	19,21±2,65	U= -3,770
Hayır	395	60,8	67,94±2,29	p= ,136	19,94±2,29	p= ,000

KW= Kruskal Wallis test; U= Mann Whittney U test; p<0,05

Tablo 4’de araştırmadaki sağlık elemanlarının, sağlık haberleri algı durumunun psikolojik sağlamlık düzeyine etkisi regresyon analizi ile belirlenmiştir. Regresyon kat sayılarının anlamlılık testleri sonucuna göre; sağlık haber algısının psikolojik sağlamlık durumunu .525 kadar etkilediği ortaya konulmuştur ($\beta = ,525$, $R^2 = ,606$, $p<0,005$).

Tablo 4. Sağlık haberlerini algılama düzeylerinin psikolojik sağlamlık durumuna etkisi.

Model	Std. Hata	β	T	P
(Sabit)	,350	-	6,103	<0,005
SHAÖ toplam	1,025	,525	7,938	<0,005

TARTIŞMA

Çalışmada, sağlık çalışanlarının SHAÖ puanlarının dağılımı incelendiğinde, ölçekten aldıkları toplam puan ortalamasının 75,83±0,64 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Ölçekten alınan toplam puan yükseldikçe sağlık haber algısı artmaktadır (Çınar vd., 2018). Soğukdere ve Öztunç (2020), yaptıkları çalışmada katılımcıların sağlık haberleri algısının düşük olduğunu tespit etmiştir (Soğukdere ve Öztunç, 2020). Karaca (2021)’nin çalışmasında, toplumun sağlık haber algısının sağlıklı yaşam ile ilgili farkındalığa etkisi irdelenmiş ve kişilerin sağlık haber algısının düşük olduğu belirlenmiştir (Karaca, 2021). Bu çalışmanın sağlık eğitimi almış sağlık çalışanlarıyla yapılmış olmasının, literatürdeki farklılıkların nedeni olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada, sağlık sektöründe çalışan elemanların yaş gruplarında SHAÖ toplam puanları açısından anlamlı fark olduğu, 40 yaşında ve üstü sağlık çalışanlarının puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Karaca’nın (2021) çalışmasında, 44 yaş ve üstü kişilerin, diğerlerine kıyasla

SHAÖ puanları daha yüksek olarak belirlenmiştir (Karaca, 2021). Yaş ilerledikçe, kişilerde kronik hastalık görülme sıklığı artmaktadır. Aynı zamanda COVID-19 hastalığı için kronik hastalıklar risk faktörüdür (Fettahoğlu ve Erdem, 2020). Bundan ötürü, ileri yaştaki kişilerin SHAÖ puanlarının daha yüksek bulunduğu düşünülmektedir.

Araştırmada, lisans mezunu sağlık çalışanlarının SHAÖ puanlarının diğer gruplara oranla dikkate değer ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Karaca'nın (2021) araştırmasında, sağlık haber algısının lisans mezunlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Karaca, 2021). Ertaş vd. (2019)'nin yaptığı araştırmada da lisans mezunlarının sağlık haberini algılama düzeylerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Eğitim seviyesinin sağlık personellerinin bilinçli farkındalık durumunu yükselttiği, bu sebeple sağlık haber algılarının daha iyi düzeyde olduğu düşünülmektedir (Ertaş vd., 2019).

Araştırmada, kendi gelir durumlarının iyi olduğunu belirten sağlık çalışanlarının SHAÖ puanlarının, diğer gruplara kıyasla, daha yüksek durumda olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Ertaş vd. (2019)'nin çalışmasında, gelir durumum iyi olarak belirtenlerin sağlık haber algılarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Ertaş vd., 2019). Araştırma sonuçları literatürdeki bu çalışmalarla benzerdir. Ekonomik yönden daha iyi durumda olan bireylerin ihtiyaç duydukları kaynaklara kolayca erişebilmeleri ve bu nedenle COVID-19 hakkında istedikleri bilgilere ulaşabilmeleri ile bu durumun ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada, sağlık çalışanlarının KPSÖ puan ortalaması $19,65 \pm 2,46$ tespit edilmiştir (Tablo 1). Turan (2021) tarafından Türkiye'nin batı bölgesindeki bir merkez hastanede yapılan araştırmada, pandemi sürecinde sağlık personellerinin psikolojik dayanıklılık toplam puan ortalaması $13,46 \pm 5,11$ olarak bulunmuştur (Turan, 2021). Yurtseven'in (2021) Türkiye'nin batısında bir hastanede gerçekleştirdiği çalışmada ise COVID-19 döneminde sağlık personellerinin psikolojik sağlamlık puanlarının $10,60 \pm 1,36$ olduğu tespit edilmiştir (Yurtseven, 2021). Bu araştırmanın bulguları, literatürle kıyaslandığında, sağlık personellerinin psikolojik sağlamlık puanlarının daha fazla olduğu fark edilmektedir. Bu durumun, çalışmaların yapıldığı bölgelerin nüfus büyüklüğüne ve o bölgelerin kültürel yapısındaki değişikliklere bağlı olarak COVID-19 hastalığına dair risk farklılıkları ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Araştırmada, kadınların erkeklere göre KPSÖ puanlarının önemli biçimde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Karakış (2019) tarafından yapılan araştırmada, erkeklerin psikolojik dayanıklılık durumlarının kadınlara kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde, erkeklerin psikolojik sağlamlıklarının kadınlardan daha fazla olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Yazıcı Çelebi, 2020; Erkoç ve Danış, 2020; Deniz vd., 2020; Koç vd., 2020). Kadının biyolojik ve psikolojik özellikleri ile toplumdaki konumu gibi faktörler nedeniyle, kadınların kaygı, depresyon düzeyleri erkeklerden daha yüksektir (Çakmak ve Tamam, 2021). Bu durumun, kadınların psikolojik sağlamlıklarını olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

Araştırmada, evli olan katılımcıların, bekâr olanlara göre KPSÖ puanlarının anlamlı biçimde daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Yurtseven (2020)'in yaptığı araştırmada evli olan sağlık çalışanlarının psikolojik dayanıklılık durumlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Yurtseven, 2020). Literatürde, evli olan bireylerin bekâr olan bireylere kıyasla psikolojik dayanıklılık durumlarının daha yüksek olduğunu gösteren araştırmalar mevcuttur (Parmaksız, 2019; Karal ve Biçer, 2020). Bu durumun nedenleri arasında, sosyal varlıklar olan insanların evlilikle aidiyet duygusunu tatmin edebilmesi ve evlilikte eşlerin birbirine sosyal destek sağlaması gibi etmenler yer almaktadır (Yazıcı Çelebi, 2020).

Çalışmada, gelirini iyi olarak belirten katılımcıların KPSÖ puanlarının önemli ölçüde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yurtseven (2021) tarafından yapılan çalışmada, gelir durumu iyi olanların psikolojik sağlamlık düzeyleri daha fazla bulunmuştur. Hökkaş (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da, gelir durumunu iyi olarak belirten sağlık personellerinin psikolojik sağlamlıklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekonomik durumu yüksek bireyler, ihtiyaç duydukları kaynaklara daha rahat ulaşabilmektedir ve bunun sonucu olarak psikolojik sağlamlıkları artmaktadır (Karaca, 2021).

Araştırmada, aile sağlığı merkezinde görev yapan sağlık çalışanlarının KPSÖ puanlarının diğer sağlık çalışanlarına kıyasla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Literatürde ASM' de çalışanların kıyaslandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Xiao (2020)'nin COVID-19 pandemi döneminde sağlık personellerinin psikolojik durumunu incelediği Çin merkezli çalışmada, dahili ve cerrahi birimler ile polikliniklerde görev yapan sağlık personellerinin, acil ve yoğun bakım birimlerinde çalışan meslektaşlarına göre psikolojik sağlamlıklarının daha iyi seviyelerde olduğu bulunmuştur (Xiao, 2020). ASM'de çalışan sağlık personellerinin, hastanelerin acil, yoğun bakım birimlerinde ve yataklı servislerde görev yapanlara göre daha az sayıda hasta ile karşılaşmaları ve mesai saatleri gibi çalışma şartları farklılıklarının olmasının psikolojik sağlamlıklarını olumlu etkilediği ve bu sonucu oluşturduğu düşünülmektedir.

Araştırmada, COVID-19 geçirmemiş sağlık çalışanlarının KPSÖ puanlarının, COVID-19 geçirenlere kıyasla daha yüksek ve belirgin bir fark sunduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Uyurdağ vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada, COVID-19 geçirmemiş sağlık personellerinin, COVID-19 geçirenlere kıyasla psikolojik sağlamlıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Uyurdağ, 2021). Orhan ve Gümüş'ün (2020) yaptığı çalışmada da benzer şekilde, COVID-19 geçirmemiş sağlık çalışanlarının psikolojik dayanıklılık düzeylerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Orhan ve Gümüş, 2020). Biyolojik, psikolojik ve sosyal bir varlık olan insanda meydana gelen herhangi bir hastalık durumunun psikolojik sağlamlığı da etkilediği düşünülmekte olup bu araştırma sonucu, literatürü destekler niteliktedir.

Araştırmada, sağlık çalışanlarının sağlık haberlerini algılama durumlarının psikolojik sağlamlık durumlarına etkisi incelenmiş ve sonuçlar, sağlık haberleri algısının psikolojik sağlamlık üzerinde etkili olduğunu ($\beta = ,525$) ortaya koymuştur (Tablo 9). Teknolojik ve bilimsel gelişmelerin hızlanmasıyla birlikte, insanlar sağlık bilgilerini medyadan elde etmektedir (Maden, 2020). Medyada yer alan haberlere karşı her birey farklı tepkiler vermektedir (Çınar vd., 2018). Bu farklı tepkilerin nedenleri arasında kişisel faktörler, sosyal destek sistemleri, psikolojik durum ve bilinçli farkındalık gibi faktörler sayılabilir (Kanat ve Görgülü, 2020; Çerçi, 2021). Ayrıca, sağlık çalışanlarının pandemi ile ilgili haberleri medyadan takip etmeleri, süreç hakkında bilgi edinmeleri ve benzer durumdaki insanları görmeleri, bu süreçte yalnız olmadıklarını bilmeleri açısından psikolojik destek sağlamaktadır (Ateş vd., 2021). Ancak literatür incelemelerinde, sağlık haberleri algısının psikolojik sağlamlığa etkisini inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle, çalışmanın literatüre önemli bir katkı sunacağı öngörülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, sağlık personellerinin sağlık haberlerini algılama durumunun, psikolojik sağlamlıklarına olumlu yönde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır ($\beta = ,525$). Bu sebeple sağlıkla ilgili haberlerde daha çok motivasyon sağlayacak bilgiler verilmelidir. Ayrıca sağlık profesyonellerinin psikolojik sağlamlığını artıracak yönde çalışmalar yapılmalıdır. Sağlık kurumlarındaki yöneticiler, belirli aralıklarla çalışanların psikolojik durumlarını değerlendirmeli ve gerektiğinde psikolojik destek almalarını sağlamalıdır.

Teşekkür

Bu araştırma, Zeynep Kaya'nın yüksek lisans tezinden üretilmiştir ve 11-13 Ocak 2023 tarihleri arasında gerçekleştirilen 3. Uluslararası, 4. Ulusal Halk Sağlığı Hemşireliği Kongresi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alnazly, E., Khraisat, O. M., Al-Bashaireh, A. M., & Bryant, C. L. (2021). Anxiety, depression, stress, fear and social support during COVID-19 pandemic among Jordanian healthcare workers. *Plos one*, 16(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247679>
- Arman, Y. (2021). Bir üniversite hastanesinde sağlık çalışanlarının covid-19 salgınından etkilenme durumlarının incelenmesi. (Tıpta uzmanlık tezi). Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile hekimliği Ana Bilim Dalı.
- Ateş, T., Önal, B., Çolak, Z., & Öztürk, H. (2021). COVID-19 kapsamında sağlık çalışanlarına ilişkin gazete haberlerinin incelenmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(2), 67-76. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.884475>
- Bilge, Y. & Bilge, Y. (2020). Korona virüs salgını ve sosyal izolasyonun psikolojik semptomlar üzerindeki etkilerinin psikolojik sağlık ve stresle baş etme tarzları açısından incelenmesi. *Klinik Psikiyatri Dergisi*. 23,38-51.
- Bozkanat, E. (2021). Koronavirüs salgınında medya kullanımı: Küresel raporlar üzerinden bir derleme. *Etkileşim Dergisi*, 7, 216-234. <https://doi.org/10.32739/etkilesim.2021.7.125>
- Budak, F., & Korkmaz, Ş. (2020). COVID-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, 1, 62-79.
- Chen, Q., Liang, M., Li, Y., Guo, J., Fei, D., Wang, L., ... & Zhang, Z. (2020). Mental health care for medical staff in China during the COVID-19 outbreak. *The Lancet Psychiatry*, 15-60.
- Coşkun Yaş, S. (2020). Covid-19 pandemisinin hastane çalışanlarının psikolojik durumuna etkisi. (Uzmanlık tezi). Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Acil Tıp Ana Bilim Dalı.
- Çakmak, S., & Tamam, L. (2021). The relationship of mindful attention awareness and episode frequency in remitted bipolar disorder type I cases. *Çukurova Medical Journal*, 46(2),714-723. <https://doi.org/10.17826/cumj.904859>
- Çerçi, Ü. Ö., Canöz, N., & Canöz, K. (2020). COVID-19 krizi döneminde bilgilendirme aracı olarak sosyal medya kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 44, 184-198.
- Çınar, F., Şengül, H., Çapar, H., Çakmak, C., & Bilge, Y. (2018). Sağlık haberleri algısı ölçeği. *Hemşirelik Akademik Araştırma Dergisi*, 4(3), 164-171.
- Deniz, S., Çimen, M., & Yüksel, O. (2020). Psikolojik sağlamlığın iş stresine etkisi: Hastane çalışanlarına yönelik bir araştırma. *Sakarya Üniversitesi İşletme Bilimi Dergisi*, 8(2), 351-370. <https://doi.org/10.22139/jobs.741576>.
- Doğan, T. (2015) Kısa psikolojik sağlamlık ölçeğinin Türkçe uyarlaması: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *The Journal of Happiness & Well-Being*, 3(1),93-102.

- Erkoç, B., Danış, M. Z. (2020) Üniversite öğrencilerinin psikolojik sağlık düzeylerinin tespit edilmesine yönelik bir araştırma. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 4(1),34-42.
- Ertaş, H., Kırac, R., Ünal, S. N. (2019). Halkın sağlık haberleri algı düzeylerinin incelenmesi. Sakarya Üniversitesi 3. Uluslararası 13. Ulusal Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi (Ekim 2019).
- Fettahoğlu, R., & Erdem, R. (2020). Bireylerde yaşlılık algısının sağlık hizmeti kullanımına etkisi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(4),12-32. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.650251>
- Hökkaş, M. (2019). Hemşirelerin psikolojik sağlık düzeyleri ve etkileyen faktörler. (Yüksek lisans tezi). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı.
- Kanat, H. M., & Görgülü, A. (2020). COVID-19 pandemisinin takip edildiği medya kaynaklarının ve güvenli bulunma düzeylerinin demografik değişkenler açısından incelenmesi. *Ulak Bilge*, 48, 527-546.
- Kang, L., Li, Y., Hu, S., Chen, M., Yang, C., Yang, B. X., ... & Liu, Z. (2020). The mental health of medical workers in Wuhan, China dealing with the 2019 novel coronavirus. *The Lancet. Psychiatry*, 7(3), e14. [10.1016/S2215-0366\(20\)30047-X](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30047-X)
- Karaca, Ş. (2021). Sağlık haber algısının sağlıklı yaşam farkındalığı üzerindeki etkisinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi*. 41(2), 289-318.
- Karadem, F. B. (2020). Sağlık çalışanlarında COVID-19 korkusunu belirleyen psikiyatrik değişkenlerin incelenmesi. (Uzmanlık tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı.
- Karakış, S. (2019). Kamu hastanelerinde çalışan hemşirelerin afetlere hazır oluş durumları ve psikolojik sağlımlıkları. (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Karal, E., & Biçer, BG. (2020). Salgın hastalık döneminde algılanan sosyal desteğin bireylerin psikolojik sağlımlığı üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 129-156. <https://doi.org/10.20493/birtop.726411>
- Kımtar, N. (2020). Covid-19 günlerinde bireylerin psikolojik sağlık düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (özel sayı), 574-605. <https://doi.org/10.21733/ibad.805481>
- Lo, D., & De Angelis, M. (2020). COVID-19: protecting health-care workers. *Lancet*, 395(10228), 922.
- Maden, S. (2020). Covid-19 salgını ve sağlık haberciliği: Prof. Dr. Erkan Yüksel ile söyleşi. *Etkileşim Dergisi*. 6,205-213.
- Masten, A. S., Hubbard, J. J., Gest, S. D., Tellegen, A., Garmezy, N., & Ramirez, M. (1999). Competence in the context of adversity: Pathways to resilience and maladaptation from childhood to late adolescence. *Development and Psychopathology*, 11(1), 11-143. <https://doi.org/10.1017/S0954579499001996>
- Orhan, S., & Gümüş, M. (2021). COVID-19 Pandemi sürecinde sağlık çalışanlarının bilgi, uygulama ve stres düzeylerinin incelenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 70-78.

- Özdemir, N., & Adıgüzel, V. (2021). Sağlık çalışanlarında sosyal zekâ, benlik saygısı ve psikolojik sağlamlık arasındaki ilişki ve etkileyen faktörler. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, 12(1), 18-28.
- Pappa, S., Ntella, V., Giannakas, T., Giannakoulis, V. G., Papoutsis, E., & Katsaounou, P. (2020). Prevalence of depression, anxiety, and insomnia among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Brain, Behavior, And Immunity*, 88, 901-907. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.05.026>
- Parmaksız, İ. (2019). İyimserlik, özgecilik ve medeni durumun psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 285-302. <https://doi.org/10.9779/pauefd.576186>
- Sağlık Bakanlığı (2020). COVID 19 yeni korona virüs hastalığı. <https://covid19bilgi.saglik.gov.tr/tr/>
- Soğukdere, Ş., & Öztunç, M. (2020). Sosyal medyada koronavirüs dezenformasyonu. *Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi*, (5), 59-85.
- Turan, A. (2021). COVID-19 pandemisi sırasında yüksek risk altında ve düşük risk altında çalışan sağlık çalışanlarının tükenmişlik, kaygı, depresyon, algılanan stres düzeyi, somatik belirtiler, psikolojik dayanıklılık, damgalama ve travmatize olma düzeylerinin karşılaştırılması. (Tıpta uzmanlık tezi). Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Tutal, V., & Efe, M. (2020). Bireylerin psikolojik sağlamlık ve COVID-19 korkularının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 74(13), 319-326.
- TÜBA. Türkiye Bilimler Akademisi; COVID-19 pandemi değerlendirme raporu.' <http://www.tuba.gov.tr/files/images/2020/kovidraporu/Covid-19%20Raporu-Final+.pdf>
- Uyurdağ, N., Eskicioğlu, G., Aksu, S., & Soyata, A. Z. (2021). COVID-19 pandemisi sırasında sağlık çalışanlarında psikososyal etkilenme ile ilişkili risk etkenleri ve koruyucu etkenler: Bir sistematik derleme. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences*, 26(1), 122-140. <https://doi.org/10.21673/anoloklin.783596>
- Üzar Özçetin., Y. S., Sarioğlu, G., & Dursun, S. İ. (2019). Onkoloji hemşirelerinin psikolojik sağlamlık, tükenmişlik ve psikolojik iyi oluş düzeyleri. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 11, 147-164. <https://doi.org/10.18863/pgy.589202>
- Wang, Y., Ma, S., Yang, C., Cai, Z., Hu, S., Zhang, B., ... & Liu, Z. (2020). Acute psychological effects of coronavirus disease 2019 outbreak among healthcare workers in China: a cross-sectional study. *Translational Psychiatry*, 10(1), 348. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-01031-w>
- WHO. (2020-a). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) situation report-52. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200312-sitrep52-covid-19.pdf?sfvrsn=e2bfc9c0_4/.
- WHO. (2020-b). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technicalguidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it/](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technicalguidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it/).
- Xiao, X., Zhu, X., Fu, S., Hu, Y., Li, X., & Xiao, J. (2020). Psychological impact of healthcare workers in China during COVID-19 pneumonia epidemic: A multi-center cross-sectional survey investigation. *Journal of Affective Disorders*, 274, 405-410. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.081>

- Yalman, A. (2020). Yeni medyada yer alan sağlık iletilerinin sağlık okuryazarlığı üzerinden incelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yazıcı Çelebi, G. (2020). Covid-19 salgınına ilişkin tepkilerin psikolojik sağlamlık açısından incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi* (8),471-483.
- Yıldırım, P. K., Yıldırım, E., Otrar, M., & Şirin, A. (2015). Ergenlerde psikolojik dayanıklılık ile benlik kurgusu arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. (42),277-297. <https://doi.org/10.15285/ebd.58203>
- Yurtseven, C. (2020). Covid-19 pandemi sürecinde sağlık çalışanlarının psikolojik yakınma belirti düzeyleri ile psikolojik dayanıklılık düzeyleri arasındaki ilişki. (Yüksek lisans tezi). Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Zhang, W. R., Wang, K., Yin, L., Zhao, W. F., Xue, Q., Peng, M., ... & Wang, H. X. (2020). Mental health and psychosocial problems of medical health workers during the COVID-19 epidemic in China. *Psychotherapy And Psychosomatics*, 89(4), 242-250. <https://doi.org/10.1159/000507639>

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Kaya, Z., & Kılınc, N. Ö. (2024). COVID-19 pandemi döneminde sağlık çalışanlarının sağlık haberlerini algılama düzeylerinin psikolojik sağlamlık durumuna etkisi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 133-143. <https://doi.org/10.56728/dustad.1579292>

Antioksidan Parametrelere Fenolün Etkisinin Pullu Sazan (*Cyprinus carpio*)'da Araştırılması

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
5 Kasım 2024

Kabul Tarihi
2 Aralık 2024

Serpil MİŞE YONAR¹
Muhammet Enis YONAR²

Özet: Evsel ve endüstriyel atıklarda yaygın olarak bulunan aromatik bir kimyasal olan fenol, su ekosistemlerine girdiğinde omurgasız ve omurgalıları olumsuz etkilemektedir. Tarımsal kimyasallara olan talebin artmasıyla birlikte, büyük miktarda fenol doğrudan bir yan ürün olarak çevreye salınmaktadır. Fenol ve türevleri çevrede daha uzun süre kalma eğilimindedir ve bu da hem insanlar hem de su ekosistemi için bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada farklı konsantrasyonlardaki fenolün pullu sazanda (*Cyprinus carpio*) oksidatif stres ve bazı antioksidan parametreler üzerine etkisini araştırmak amaçlandı. Üç farklı konsantrasyonda fenol (0,10, 0,25 ve 0,50 ppm) 48 saat süreyle balıklara uygulandı. Deneme sonunda balıklardan alınan dalak örneklerinde oksidatif stresin bir göstergesi olarak malondialdehit düzeyleri ile antioksidan parametreler (katalaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon-S-transferaz aktiviteleri ve redükte glutatyon düzeyi) analiz edildi. Fenol verilen grupların doku malondialdehit düzeylerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak yükseldiği belirlendi ($p < 0,05$). Fenol uygulanan gruplarda doku katalaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri ve redükte glutatyon düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı olarak azaldığı tespit edilirken, doku glutatyon-S-transferaz aktivitelerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı belirlendi ($p < 0,05$).

Anahtar kelimeler: antioksidan, balık, doku, fenol, oksidatif stres

Investigation of Effect of Phenol on Antioxidant Parameters in Scaly Carp (*Cyprinus Carpio*)

Abstract: Phenol, an aromatic chemical commonly found in domestic and industrial waste, adversely affects invertebrates and vertebrates when it enters aquatic ecosystems. With the increasing demand for agricultural chemicals, large amounts of phenol are released directly into the environment as a by-product. Phenol and its derivatives tend to persist in the environment for longer periods of time, posing a threat to both humans and the aquatic ecosystems. The aim of this study was to investigate the effects of different concentrations of phenol on oxidative stress and some antioxidant parameters in scaly carp (*Cyprinus carpio*). Three different concentrations of phenol (0.10, 0.25 and 0.50 ppm) were applied to the fish for 48 hours. At the end of the experiment, malondialdehyde levels as an indicator of oxidative stress and antioxidant parameters (catalase, glutathione peroxidase and glutathione-S-transferase activities and reduced glutathione levels) were analyzed in spleen samples taken from fish. It was found that tissue malondialdehyde levels of the phenol-administered groups were statistically increased compared to the control group ($p < 0.05$). While tissue catalase and glutathione peroxidase activities and reduced glutathione levels were found to be significantly decreased in the phenol-treated groups

¹  Corresponding author, serpilmise@gmail.com; Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye

²  meyonar@gmail.com; Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119, Elazığ, Türkiye

compared with the control group, tissue glutathione-S-transferase activities were found to be statistically significantly increased ($p < 0.05$).

Keywords: antioxidant, fish, oxidative stress, phenol, tissue

GİRİŞ

Yetiştiricilikte diğer birçok dezenfektanın yanı sıra en önemlilerinden biri de fenoldür. Fenolik bileşikler, çeşitli sektörlerde yaygın uygulamaları, atık sulardaki yaygınlıkları ve canlılar için tehlikeli yapıları nedeniyle çevresel olarak önemli bileşikler olarak kabul edilirler. İnsanlar ve sudaki canlılar üzerindeki toksisiteleri nedeniyle, sudaki fenol miktarı giderek daha önem arz etmektedir (Muthukumaravel vd., 2023a). Fenol, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından toksik olarak tanımlanan ilk bileşiklerden biridir ve bir ekotoksin olarak önemi nedeniyle öncelik listesinde tutulmuştur. EPA'nın Güncel Ulusal Önerilen Su Kalitesi Kriterleri, sucul organizmaları korumak için 300 µg/L'den düşük fenol konsantrasyonları veya balık etinin korunması için 1 µg/L'den düşük konsantrasyonlar önermektedir. Fenol yüksek derecede lipofiliktir ve balık dokularında birikme potansiyeli yüksektir (Avilez vd., 2008).

Çeşitli tarımsal kimyasalların üretiminde kullanılan fenol ve türevleri, endüstriyel atık sularda ve spesifik olmayan pestisitlerde, herbisitlerde, bakterisitlerde ve fungusitlerde bulunan en yaygın ksenobiyotiklerdir. Bir ksenobiyotik olarak hareket eden fenol, su ortamına girdikten sonra sudaki organizmalara ulaşır ve toksik maddeler için bir havza görevi görür (Muthukumaravel vd., 2023b). Su ortamları da evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan fenol kirliliğine karşı hassastır. Fenol ve türevleri balık sağlığına önemli zararlar verebilir. Bunlara hematolojik değişiklikler, genotoksisitenin indüksiyonu, karsinogenez ve mutagenез, endokrin bozulması ve metabolizma dengesizliği, bağışıklık sisteminin baskılanması, ağırlık ve doğurganlığın azalması örnek verilebilir (De Moraes vd., 2015). Deri, solungaçlar ve bağırsaklar balıklar için fenolden etkilenen ilk yapılardır. Fenol, doğal çevre ve su canlıları için önemli bir tehdit oluşturmasının yanı sıra, etkilenen balıkların tüketilmesi durumunda insan sağlığını da riske atmaktadır (Hori vd., 2006). Yüksek konsantrasyonlardaki fenol ve fenol türevlerinin sucul canlılarda akut ya da kronik seyirli toksisite oluşturabildiği ifade edilmektedir (Faggio vd., 2016; Malathi ve Anuradha, 2020; Muthukumaravel vd., 2023a).

Oksidatif stres, süperoksit iyonu, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve singlet oksijen gibi reaktif oksijen türleri (ROS)'nin lipitler, proteinler veya nükleik asitlerle reaksiyona girmesiyle oluşur ve çeşitli biyokimyasal hasarlara neden olur (Yu ve Anderson, 1997; Pinchuk ve Lichtenberg, 2002; Valvanidis vd., 2006). ROS'nin detoksifikasyonu aerobik yaşamın ön koşullarından biridir (McCord, 2000) ve birçok savunma, hasarları önleyebilen, durdurabilen ve onarabilen bir antioksidan sistemin varlığında mümkün olmaktadır. Antioksidan savunma askorbik asit, indirgenmiş glutatyon, α-tokoferol, flavonoidler, β-karoten ve urat gibi enzimatik olmayan ROS temizleyicilerinden ve ayrıca süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, katalaz, peroksidaz, glikoz-6-fosfat dehidrogenaz ve birkaç konjugasyon enzimini içeren bir enzimatik sistemden oluşur (Sies, 1991; Valvanidis vd., 2006).

Fenol gibi birçok ksenobiyotik, ROS'nin üretimini indükleyerek suda yaşayan organizmalarda oksidatif strese neden olabilirler (Sayeed vd., 2003; Oruc vd., 2004). Antioksidan enzim aktivitesindeki değişiklikler, hücrelerdeki ROS'nin yol açtığı hasarı gösterebilir. Bu nedenle, bu enzimler oksidatif stres için biyobelirteç olarak kullanılabilir (Roche ve Boge, 2000; Valvanidis vd., 2006). Fenolün toksik etkilerini oksidan ve antioksidan parametreler kullanarak araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada balıklarda fenol toksisitesinin antioksidan parametreler kullanılarak araştırılması konu olarak seçilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Çalışma, Fırat Üniversitesi Deneysel Araştırma Merkezi Müdürlüğü (FÜDAM) Su Ürünleri Araştırma Merkezi'nde Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 22/03/2023 tarih ve 2023/05-01 sayılı izni ile yürütüldü. Araştırmada, 120 adet 30 gram ortalama ağırlığa sahip olan pullu sazan (*Cyprinus carpio*) kullanıldı. Balıklar 12 adet cam akvaryuma her birinde 10 tane olacak şekilde yerleştirildi. Çalışma 3 tekrarlı yürütüldü (Her bir tekrar için 4, toplamda 12 adet akvaryum; her bir tekrar için 40, toplamda 120 adet balık). Balıklar 4 gruba (C: Kontrol grubu; E-0,10: 0,10 ppm konsantrasyonunda 48 saat fenol uygulanan grup; E-0,25: 0,25 ppm konsantrasyonunda 48 saat fenol uygulanan grup; E-0,5: 0,50 ppm konsantrasyonunda 48 saat fenol uygulanan grup) ayrıldı. Çalışmanın sonunda balıklar benzokain (25 mg/L) ile anestezi edilerek tekniğine uygun bir şekilde otopsi edildi (Arda vd., 2017). Otopsi edilen balıkların dalağı çıkarıldı ve folyolara sarılarak -20 °C'de saklandı.

Oksidan/antioksidan parametrelerin belirlenmesi için öncelikle çıkarılan dalak örneklerinden homojenatlar hazırlandı. Bunun için dalak örnekleri serum fizyolojik (% 0,09 NaCl) ile yıkandıktan sonra iki süzgeç kağıdı arasında suyu alındı ve % 1,15'lik potasyum klorür (KCl)'de 1:10 oranında sulandırılıp homojenize edildi. Homojenatlar propilen tüpler içerisinde 3200 rpm'de +4 °C'de soğutmalı santrifüjde 10 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatantlar alındı. Süpernatantlarda oksidatif stresin bir göstergesi olarak malondialdehit (MDA) düzeyi (Placer vd., 1966), katalaz (CAT) aktivitesi (Aebi, 1983), glutatyon peroksidaz (GSH-Px) aktivitesi (Beutler, 1975) ve glutatyon-S-transferaz (GST) aktivitesi (Habig vd., 1974) ile redükte glutatyon (GSH) düzeyi (Ellman, 1959) ölçüldü. Dokulardaki CAT, GSH-Px ve GST spesifik enzim aktivitesi ile MDA ve GSH düzeylerini hesaplamak için doku protein düzeyleri Lowry vd. (1951) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlendi.

Denemede elde edilen sonuçların istatistiksel analizlerini yapmak için SPSS 21.0 paket istatistik programı kullanıldı. Kontrol ve deneme grubu balıklarının incelenen parametrelerinde meydana gelen değişimler $p < 0,05$ düzeyinde tek yönlü varyans analizi (ONEWAY-ANOVA) ile test edildi. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak verildi.

BULGULAR

Kontrol ve fenol uygulanan deneme grubu balıklarının dalak dokusunda oksidatif stres ve bazı antioksidan parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 1'de verilmiştir.

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak MDA düzeylerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p < 0,05$). Ayrıca fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak MDA düzeyi birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak CAT aktivitelerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p < 0,05$). Ayrıca fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak CAT aktiviteleri birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak GSH-Px aktivitelerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p < 0,05$). Yine fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak GSH-Px aktiviteleri birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli farklılıklar gösterdiği tespit edildi ($p > 0,05$).

Fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak GST aktivitelerinin kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde arttığı saptandı ($p < 0,05$). Yine fenol uygulanan tüm deneme gruplarının GST aktivitelerinin

birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak GSH düzeylerinin azaldığı belirlendi. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulundu ($p < 0,05$). Yine fenol uygulanan tüm deneme gruplarının dalak GSH aktiviteleri birbiriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak birbirinden önemli farklılıklar gösterdiği tespit edildi ($p > 0,05$).

Tablo 1. Fenol uygulanan grupların dalağında MDA (nmol/g protein) düzeyi, CAT (U/mg protein), GSH-Px (U/mg protein) ve GST (U/mg protein) aktiviteleri ile GSH ($\mu\text{mol/g}$ protein) düzeyindeki değişimler.

Parametreler	Deneysel Gruplar			
	C	E-0.10	E-0.25	E-0.50
MDA	3,59 \pm 0,21 A	4,02 \pm 0,17 B	6,66 \pm 0,42 C	8,10 \pm 0,13 D
CAT	3,33 \pm 0,11 D	2,89 \pm 0,14 C	2,28 \pm 0,15 B	1,97 \pm 0,16 A
GSH-Px	3,02 \pm 0,18 D	2,55 \pm 0,11 C	2,07 \pm 0,13 B	1,76 \pm 0,14 A
GST	81,37 \pm 8,14 A	102,04 \pm 6,14 B	128,69 \pm 10,86 C	144,16 \pm 15,20 D
GSH	64,07 \pm 5,26 D	49,51 \pm 4,03 C	41,67 \pm 3,41 B	35,92 \pm 6,08 A

C: Kontrol, E-0,10: 0,10 ppm fenol, E-0,25: 0,25 ppm fenol, E-0,50: 0,50 ppm fenol

A, B, C, D: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı göstermektedir ($p < 0,05$).

TARTIŞMA

Serbest radikallerin etkisiyle lipid peroksidasyon sonucu açığa çıkan aldehitlerden birisi olan MDA, oksidatif zararın belirlenmesinde kullanılan en önemli belirteçlerden bir tanesidir (Morales vd., 2004; Fontagné vd., 2006). Das vd. (2016) 0,26 mg/L, 0,8 mg/L ve 8 mg/L konsantrasyonlarında 15 gün boyunca fenole maruz bırakılan sazan (*Cyprinus carpio*)'larda *in vivo* olarak serum, ovaryum ve karaciğerde ROS' den hidrojen peroksit ve hidroksil radikallerinin üretiminin 1. günden 7. güne kadar önemli ölçüde arttığını ancak bu değerlerin 7. ve 15. günde istatistiksel olarak herhangi bir artış göstermediğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde *Gobiocypris rarus* türü balıkların döllenmemiş yumurtalarında 1 ve 200 microgram/L konsantrasyonlarında ve 21 gün için uygulanan nonilfenolün ROS üretimini arttırdığı belirlenmiştir (Zhang vd. 2008). Bu çalışmada da yukarıda açıklanan çalışmalarla uyumlu olarak üç farklı konsantrasyonda fenol uygulanan balıkların dalak MDA düzeylerinin arttığı görülmüştür. Bu artış fenol toksisitesine bağlı olarak ROS' nin üretiminin artmasıyla oluşan lipid peroksidasyonun bir neticesi olabilir.

Balıklarda da bulunan en önemli antioksidan enzimler, süperoksit radikali ($\text{O}_2^{\cdot-}$)' ni hidrojen peroksid (H_2O_2)' e indirgeyen süperoksit dismutaz (SOD), H_2O_2 ' i temizleyen CAT ve GSH-Px' dir (Droge, 2002; Storey, 1996). CAT enziminin temel görevi H_2O_2 radikalini sitoplazmadan uzaklaştırmaktır. Hücreleri H_2O_2 birikiminden korumak için bunu H_2O_2 ' i su (H_2O) ve oksijen (O_2)' ne dönüştürerek veya peroksidaz gibi çalışan bir antioksidan olarak H_2O_2 ' yi kullanarak yapar. H_2O_2 ' nin CAT tarafından metabolize edildiği ve CAT aktivitesinin doğrudan H_2O_2 konsantrasyonuyla ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Fornazier vd., 2002). GSH-Px de CAT gibi hücreleri H_2O_2 hasarından korumakla görevlidir ve bu enzim, hidroperoksitlerin ve H_2O_2 ' in glutatyona bağlı indirgenmesini katalize eder. Bununla birlikte enzim olmayan ancak çok önemli bir antioksidan olan tripeptit yapısındaki GSH, serbest radikallerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasardan korur. Ayrıca glutatyona bağlı enzimlerin fonksiyonları için de mutlaka gerekli olan GSH' ın varlığında ancak GSH-Px H_2O_2 'yi suya

dönüştürebilmektedir. 96 saat boyunca fenol uygulandıktan sonra 2 hafta süresince *Brycon amazonicus* türü balıkların iyileşmeleri eritrosit ve karaciğerde incelenmiştir. Fenol uygulanan balıklarda CAT ve GSH-Px enzim aktiviteleri ile GSH düzeyinin karaciğer ve eritrositlerde azaldığı gözlemlenmiştir (Avilez vd., 2008). Diğer fenolik bileşiklerin de CAT aktivitesini azalttığı bildirilmiştir (Roche ve Bogé, 1996). Araştırmacılar levrek kanında farklı konsantrasyonlarda polifenol uygulaması sonrasında kontrol grubuna göre düşük bir CAT aktivitesinin belirlendiğini ifade etmişlerdir. Gaur ve Mathur vd. (2017) tarafından *Labeo rohita* türü balıklarda yapılan bir çalışmada fenol uygulamasıyla solungaç, karaciğer ve böbrek örneklerinin tamamında GSH-Px enzim aktivitesinin azaldığı kas GSH-Px enzim aktivitesinin ise arttığı belirlenmiştir. Ancak aynı çalışmada solungaç ve karaciğer GSH düzeyinin kontrol grubuna göre arttığı, böbrek ve kas GSH düzeylerinin ise azaldığı da tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise fenol uygulanan grupların CAT ve GSH-Px enzim aktiviteleri ile GSH düzeyinin azaldığı görülmüştür. Bu sonuç, yukarıda açıklanan çalışmalardan elde edilen sonuçlardan bazıları ile uyumlu iken bazıları ile farklılık oluşturmaktadır ve bu farklılık deney hayvanının türü, incelenen dokular ile birlikte fenolün uygulama yöntemi, miktarı ve süresi ile açıklanabilir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen düşük enzim aktivitelerinin nedeni fenolün toksik etkisi olabilir.

GST enzimi, ksenobiyotiklerin ve endojen bileşiklerin detoksifikasyonu ve biyotransformasyonunda görev almaktadır. Bu enzim GSH ile elektrofilik gruplar taşıyan bileşikler arasındaki konjugasyonu katalizler ve çok fonksiyonlu faz II enzim ailesinin bir üyesidir (Hamed vd. 2003). Gaur ve Mathur vd. (2017) tarafından *Labeo rohita* türü balıklarda yapılan ve fenolün LC₅₀ değerinin 1/10' unun uygulandığı bir çalışmada fenolün solungaç ve karaciğer GST aktivitesini düşürdüğü, böbrek ve kas GST enzim aktivitesini ise arttırdığı tespit edilmiştir. Üç farklı konsantrasyonda ve 48 saat süreyle fenolün uygulandığı bu çalışmada ise kontrol grubuna göre deneysel gruplarda doku GST enzim aktivitelerinin arttığı görülmüştür. Fenol uygulanan grupların doku GST aktivitelerinde belirlenen bu artış, fenolün toksik etkisine bağlı olarak bir detoksifikasyon enzimi olan GST' nin yüksek aktivite göstermesiyle ilgili olabilir.

SONUÇ

Sonuç olarak; 0,10, 0,25 ve 0,50 ppm konsantrasyonlarında fenol uygulanan balıklarda oksidatif stresin bir göstergesi olarak doku MDA düzeylerinin arttığı dolayısıyla fenolün oksidatif strese yol açtığı görülmüştür. Farklı konsantrasyonlarda fenol uygulanan balıkların doku CAT ve GSH-Px aktiviteleri ile GSH düzeylerinin azaldığı, GST aktivitesinin ise arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç fenolün balıklar için toksik olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yetiştiricilikte dezenfektan olarak oldukça fazla tercih edilen fenol kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Fakat farklı balık türlerinde, farklı doz ve süreler için ve farklı parametreler kullanılarak fenol uygulamasının sonuçlarına ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aebi, H. (1983). Catalase, (Ed. H.U. Bergmeyer), Methods in Enzymatic Analysis, Academic Press.
- Arda, M., Seçer, S. & Sarıyüpoğlu, M. (2017). Balık Hastalıkları. Medisan Yayınevi.
- Avilez, I. M., Hori, T. S. F., de Almeida, L. C., Hackbarth, A., Neto, J. C. B. ..., Moraes, G., (2008). Effects of phenol in antioxidant metabolism in matrinxã, *Brycon amazonicus* (Teleostei; Characidae). *Comparative Biochemistry and Physiology C* 148, 136-142.

- Beutler, E. (1975). Red cell metabolism. (Ed. E. Beutler), A Manual of Biochemical Methods, Grune Strottan, Inc.
- Das, S., Majumder, S., Gupta, S., Dutta, S., & Mukherjee, D. (2016). Effects of phenol on ovarian P450arom gene expression and aromatase activity *in vivo* and antioxidant metabolism in common carp *Cyprinus carpio*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 42, 275-286.
- De Moraes, F. D., de Figueiredo, J. S. L., Rossi, P. A., Venturini, F. P., & Moraes, G. (2015). Acute toxicity and sublethal effects of phenol on hematological parameters of channel catfish *Ictalurus punctatus* and pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 10 (1), 31-36.
- Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*, 82, 47-95.
- Ellman, G. L. (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 82, 70-77
- Faggio, C., Pagano, M., Alampi, R., Vazzana, I., & Felice, M. R. (2016). Cytotoxicity, haemolymphatic parameters, and oxidative stress following exposure to sub-lethal concentrations of quaternium-15 in *Mytilus galloprovincialis*. *Aquatic Toxicology*, 180, 258-265.
- Fontagné, S., Bazin, D., Brèque, J., Vachot, C., Bernarde, C., Rouault, T. ... Bergot, P. (2006). Effects of dietary oxidized lipid and vitamin A on the early development and antioxidant status of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae. *Aquaculture*, 257, 400-411
- Fornazier, R. F., Ferreira, R. R., Vitoria, A. P., Molina, S. M. G., Lea, P. J., & Azevedo, R. A. (2002). Effects of cadmium on antioxidant enzyme activities in sugar cane. *Biologia Plantarum*, 45(1), 91-97
- Gaur, V., & Mathur, A. (2017). Evaluation of Antioxidant profile of *Labeo rohita* in stress condition after exposure to phenolic compounds. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(6), 423-434.
- Habig, W. H., Pabst, M. J., & Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S-transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation, *The Journal of Biological Chemistry*, 249 (22), 7130-7139.
- Hamed, R. R., Farid, N. M., Elowa, S. H. E., & Abdalla, A. M. (2003). Glutathione related enzyme levels of freshwater fish as bioindicators of pollution, *The Environmentalist*, 23, 313-322.
- Hori, T. S. F., Avilez, I. M., Inoue, L. K., & Moraes, G. (2006). Metabolical changes induced by chronic phenol exposure in matrinxã *Brycon cephalus* (teleostei: characidae) juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 143, 67-72.
- Lowry, O. H., Rosenberough, N. J., Farr, A. L., & Randal, R. J. (1951). Protein measurement with folinphenol reagent. *Journal of Biochemistry*, 193, 265-275.
- Malathi, S. T., & Anuradhaf, V. (2020). Lithium induced toxicity profile of oxygen consumption, haematological parameters and biochemical profiles of *Channa punctatus* and *Oreochromis niloticus*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 19(2), 677-685.
- McCord, J. (2000). The evolution of free radicals and oxidative stress. *The American Journal of Medicine*, 108(8), 652-659.

- Morales, A. E., Pérez-Jiménez, A., Hidalgo, M. C., Abellán, E., & Gabriel C. G. (2004). Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 139(1-3), 153-161.
- Muthukumaravel, K., Kanagavalli, V., Pradhoshini, K. P., Vasanthi, N., Santhanabharathi, B., Lubna Alam, L. ... Faggio, C. (2023a). Potential biomarker of phenol toxicity in freshwater fish *C. mrigala*: Serum cortisol, enzyme acetylcholine esterase and survival organ gill. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 263, 109492.
- Muthukumaravel, K., Pradhoshini, K.P., Kanagavalli, V., Vasanthi, N., Ahmed, M.S., Musthafa, M. S. ... Rayindran, B. (2023b). Impact of sublethal phenol in freshwater fish *Labeo rohita* on biochemical and haematological parameters. *Environmental Monitoring Assessment*, 195, 10.
- Oruc, E. O., Sevgiler, Y., & Uner, N. (2004). Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 137, 43-51.
- Pinchuk, I., & Lichtenberg, D. (2002). The mechanism of action of antioxidants against lipoprotein peroxidation, evaluation based on kinetic experiments. *Progress in Lipid Research*, 41, 279-314.
- Placer, Z. A., Cushman, L., & Johnson, B. C. (1966). Estimation of products of lipid peroxidation (Malonyldialdehyde) in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, 16, 359-364.
- Roche, H., & Bogé, G. (2000). In vivo effects of phenolic compounds on blood parameters of marine fish (*Dicentrarchus labrax*). *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 125, 345-353.
- Roche, H., & Bogé, G. (1996). Fish blood parameters as a potential tool for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication. *Marine Environmental Research*, 41, 27-43.
- Sayeed, I., Parvez, S., Pandey, S., Bin-Hafeez, B., Haque, R., & Raisuddin, S. (2003). Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, *Channa punctatus* Bloch. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 56, 295-301.
- Sies, H. (1991). Oxidative stress: from basic research to clinical application. *The American Journal of Medicine*, 91, 31-38.
- Storey, K. B. (1996). Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 29, 1715-1733.
- Valvanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., & Scoullou, M. (2006). Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 64, 178-189.
- Yu, T. W., & Anderson, D. (1997). Reactive oxygen species-induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. *Mutation Research*, 379, 201-210.
- Zhang, X., Yang, F., Ya, C. Q., & Ying, X. (2008). Oxidative damage in unfertilized eggs of Chinese rare minnow (*Gobiocypris rarus*) exposed to nonylphenol. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(1), 213-219.

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

Mişe Yonar, S., & Yonar, M. E. (2024). Antioksidan parametrelere fenolün etkisinin Pullu sazan (*Cyprinus carpio*)' da araştırılması. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 144-150. <https://doi.org/10.56728/dustad.1579642>

***Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)'un Sindirim Kanalının Histolojisi ve Bazı Histokimyasal Özelliklerinin Araştırılması**

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
5 Kasım 2024

Kabul Tarihi
23 Aralık 2024

Halit KARATAŞ¹
Sibel KÖPRÜCÜ²

Özet: Araştırmada Elazığ Keban Baraj Gölü'nden avlanan 5 adet *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)'un sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal özellikleri araştırıldı. *Mastacembelus mastacembelus*'un midesinin kardiak, fundus ve pilorik olmak üzere üç bölümden oluştuğu, her bölümde tunika mukoza, submukoza, tunika muskularis ve tunika serosa tabakalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Mukoza tabakasının kıvrımlı yapıda olup prizmatik hücrelerden oluştuğu, kardiak ve fundus bölgelerinde gastrik bezler bulunurken pilorik bölgede bu bezlerin yer almadığı gözlenmiştir. Tüm mide bölümlerinde longitudinal ve sirküler kas katmanları ile tunika serosa tabakaları tespit edilmiştir. Histokimyasal boyamalar sonucunda, mukus hücrelerindeki glukokonjugatların farklı derecelerde reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. *Mastacembelus mastacembelus*'un bağırsakları, ince, orta ve kalın olmak üzere üç bölümde incelenmiştir. Her bölümde, içten dışa doğru tunika mukoza, submukoza, tunika muskularis ve tunika serosa tabakalarının bulunduğu, mukozanın prizmatik epitel hücrelerinden oluştuğu ve bol miktarda goblet hücresi içerdiği gözlemlenmiştir. Longitudinal ve sirküler kas fibrillerinden oluşan tunika muskularis ile bağ dokusundan meydana gelen tunika serosa tabakaları da tespit edilmiştir. Histokimyasal boyama çalışmaları sonucunda, goblet hücrelerinde asidik glukokonjugatların, nötral glukokonjugatlara göre daha baskın olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Mastacembelus mastacembelus*, mide, bağırsak, histoloji, histokimya

Investigation of the Histology and Some Histochemical Properties of the Gastrointestinal Canal of *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)

Abstract: The study investigated the histological and histochemical characteristics of the digestive tract of five specimens of *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) specimens caught from the Keban Dam Lake in Elazığ. It has been determined that the stomach of *Mastacembelus mastacembelus* consists of three regions: cardiac, fundus, and pyloric. Each region contains the layers of tunica mucosa, submucosa, tunica muscularis, and tunica serosa. The mucosal layer is observed to be convoluted and composed of prismatic cells. Gastric glands are present in the cardiac and fundus regions, but they are absent in the pyloric region. Longitudinal and circular muscle layers, and tunica serosa layers were identified in all stomach sections. Histochemical staining results showed that the glucoconjugates in the mucus cells showed a variable degree of reaction. The intestines of *Mastacembelus mastacembelus* were examined in three sections: the thin, medium, and thick intestines. In each section, the layers of tunica mucosa, submucosa, tunica muscularis, and tunica serosa were identified, with the mucosa consisting of prismatic epithelial cells and containing a large number of goblet cells. The tunica muscularis, consisting of longitudinal and circular muscle fibres, and the tunica serosa consisting of connective tissue, were

¹  halitkaratas85@hotmail.com, Elazığ /Türkiye

²  Corresponding author, skoprucu@firat.edu.tr, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ/Türkiye

also observed. Histochemical staining studies showed that acidic glucoconjugates were more abundant in goblet cells than neutral glucoconjugates.

Keywords: *Mastacembelus mastacembelus*, stomach, intestine, histology, histochemistry

GİRİŞ

Dikenli tatlısu yılan balığı olarak bilinen tür, araştırmacılar tarafından farklı adlarla anılsa da en son *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) olarak kabul görmüştür. Türkiye’de sadece Mastacembelidae familyasının Mastacembelus cinsine ait ve familyanın tüm karakteristik özelliklerini taşıyan *Mastacembelus mastacembelus* türü yaşamaktadır (Kuru, 1975). Yılan balığını andıran ince uzun bir yapısı ve dorsal yüzgeçte bulunan karakteristik dikenleriyle bilinir. Çamurlu ve kumlu zemine sahip bitki örtüsünün yoğun bulunduğu alanlarda gizlenir ve beslenmek için geceleri yuvadan çıkar. Avlanması zor bir tür olarak bilinir. Su kaynakları kurduğunda bile toprak altına gömülerek belirli bir süre hayatta kalabilirler. Solunum hareketlerini durdurabildikleri dönemlerde kısa veya uzun süreli dinlenmeye geçebilir, adeta kış uykusuna yatabilirler (Vreven, 2004). Beslenme alışkanlıkları hakkında çok fazla bilgi bulunmasa da, genelde karnivor oldukları ve diğer balıkların yumurta ile larvalarını tüketebildikleri bilinmektedir. Bazı türler ekonomik açıdan avcılıkta önem taşıırken, bazıları akvaryum balıkçılığı açısından değerlidir. Çoğunlukla düşük rakımlarda bulunmakla birlikte değişik coğrafik şartlarda uyum sağladığı da gözlemlenmiştir (Geldiay ve Balık, 1988; Coad ve Keivany, 2002; Jalali vd., 2008).

M. mastacembelus balıklarının çeşitli organlarında ağır metal birikimi (Karadede vd., 1997; Eroğlu vd., 2017a, b), boy ağırlık ilişkileri (Kılıç, 2002; Pazira vd., 2005; Gümüş vd., 2010; Çoban vd., 2021), üreme biyolojisi (Eroğlu ve Şen 2007; Oymak vd., 2009; Şahinöz vd., 2006a; Şahinöz vd., 2006b), omur ve yüzgeç ışınlarının metrik meristik ölçüleri (Vreven, 2005; Kara vd., 2014), coğrafik dağılımı (Vreven, 2004), morfolojik özellikleri (Çakmak ve Alp, 2010), besin kaynağı olarak (Olgunoğlu, 2011), türün parazit faunaları (Jalali vd., 2008; Bashe ve Abdullah, 2010), bazı organlarının histolojik yapıları (Dauod vd., 2011; Dabak ve Köprücü, 2022; Suiçer ve Köprücü, 2023) ve otolit büyüklüğü (Eroğlu ve Şen, 2009, 2012) araştırılmıştır.

Mide-bağırsak sistemi, vücudun besinleri sindirme, emme ve atıkları uzaklaştırma süreçlerinde kritik bir rol oynar. Mide-bağırsak sistemi ayrıca bağışıklık fonksiyonları için de önemlidir; bağırsaklardaki yararlı bakteriler, zararlı mikroorganizmalarla savaşarak vücut sağlığını destekler. Bu sistemin sağlığı, beslenmeden bağışıklığa kadar vücudun birçok işlevi için temel öneme sahiptir. Mide bağırsak sisteminde yer alan hücrelerin, dokuların ve katmanların detaylı olarak anlaşılması, sindirim sürecinin nasıl gerçekleştiğini ve besinlerin nasıl emildiğini hangi hücre ya da doku türlerinin hangi işlevlerde rol aldığını açıklığa kavuşturur (Köprücü ve Yaman, 2016). Histolojik çalışmalar ayrıca mide ve bağırsaklarda meydana gelebilecek hastalıkların erken teşhisi ve doğru tedavisi için de önemlidir. *M. mastacembalus* üzerine birçok yönden araştırmaları mevcutken mide bağırsak kanalının histolojik yapısıyla ilgili araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmada mide bağırsak kanalının histolojik yapısı ele alınmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada Elazığ ili Keban Baraj Gölü’nde avcılık yapmakta olan balıkçılardan canlı olarak temin edilen 5 adet *M. mastacembelus* kullanıldı (Şekil 1). Araştırmada toplam 5 adet balık kullanıldı. Balıkların boy ve ağırlık ölçüleri alındıktan sonra usulüne uygun şekilde otopsi yapıldıktan sonra mide ve bağırsakları %10 luk nötral formalinli solüsyonda tespit edildi. Doku numuneleri rutin doku

prosedüründen geçirildikten sonra 5-7 mikron kalınlığında kesilerek boyamalar yapıldı (Luna, 1968). Yapılan histokimyasal boyamalar ve amacı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada uygulanan histokimyasal boyamalar.

Uygulanan yöntemler	Uygulanan yöntemin amacı	Literatür
Hematoksilen & Eozin Boyaması	Rutin inceleme	Luna, (1968)
Crossman Üçlü Boyaması	Rutin inceleme	Crossman, (1937)
Alsiyan Mavisi (AB) pH 0,4	Güçlü sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi	Luna, (1968)
Alsiyan Mavisi (AB) pH 1,0	O-Sülfat esterli glikokonjugatların belirlenmesi	Luna, (1968)
Alsiyan Mavisi (AB) pH 2,5	Asidik glikokonjugatların belirlenmesi	Gomari, (1952)
Aldehit Fuksin (AF)	Sülfatlı glikokonjugatların belirlenmesi	Spicer ve Mayer, (1960)
AF / AB pH 2,5	Sülfatlı ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması	Luna, (1968)
Periyodik Asit-Shiff (PAS)	Nötral glikokonjugatların belirlenmesi	Luna, (1968)
PAS / AB pH 2,5	Nötral ve asidik glikokonjugatların karşılaştırılması	Luna, (1968)
Saponifikasyon (KOH) / PAS	Siyalik asitli glikokonjugatların belirlenmesi	Culling vd., (1976)



Şekil 1. *Mastacembelus mastacembelus*'larda boy ölçümü.

BULGULAR

Mide

Mastacembelus mastacembelus'un mide ve bağırsaklarının makroskopik analizinde, midenin J şeklinde olduğu ve özofagusla birleşen kısmının kardiyak, bağırsak başlangıcıyla birleşen bölümünün pilorik, kardiyak ve pilorik arasında yer alan kısmının ise fundus mide olarak tanımlanarak, histolojik yapıları ve histokimyasal özellikleri (Tablo 2) değerlendirildi.

Tablo 2. *M. mastacembelus*'un mide ve bağırsağına yapılan histokimyasal boyama reaksiyonları.

Histokimyasal boyamalar	Mide			Bağırsak		
	Kardiyak	Fundus	Pilorik	İnce	Orta	Kalın
Periyodik Asit-Shiff (PAS)	+++	+++	+	+	+	+
PAS / AB pH 2,5	+++/+++	+++/++	++/+++	+ /+++	+ /+++	+ /+++
Saponifikasyon (KOH) / PAS	++/++	-/++	-/++	-	-/+	-/+
Alsiyan Mavisi (AB) pH 0,4	-	-	++	+	+++	-
Alsiyan Mavisi (AB) pH 1,0	+++	+	++	++	++	++
Alsiyan Mavisi (AB) pH 2,5	++	+	+++	+++	+++	+++
Aldehit Fuksin (AF)	-	-	-	-	-	-
AF / AB pH 2,5	-/++	-/+	-/+++	-/+++	-/+++	-/+++

Kardiak Mide

Kardiak midenin yapısının tunika mukoza, submukoza, t. muskularis ve t. serosa tabakalarından oluştuğu belirlenmiştir. Bol kıvrımlı olan tunika mukozanın altında lamina propria yer almakta, ardından submukoza, muskularis tabaka ve en dışta tunika serosa tabakası sırasıyla konumlanmaktadır. Tunika mukozanın lümene bakan kısmında, tek katlı çekirdekleri merkeze lokalize prizmatik epitel hücreleri ve bu hücrelerin arasında yer alan bol miktarda yuvarlak şekilli mukus hücrelerini içeren lamina epitelyalis tabakası bulunmaktaydı (Şekil 2A). Bunun hemen altında çok sayıda salgı bezinin bulunduğu glandular epitelyum ile kompakt bağ dokusundan meydana gelen lamina propria dikkati çekmektedir. Submukozada ise, lamina propriaya göre daha gevşek bir yapı sergileyen bağ dokusu, kan damarları ve sinir pleksüslerinin varlığı kaydedilmiştir (Şekil 2B).

İçte kısımda sirküler ve dışta kısımda longitudinal kas fibrillerinden oluşan t. mükularis tabakası belirlenmiştir. Sirküler kas tabakasının, longitudinal kas tabakasına göre bazı bölgelerde daha kalın olduğu gözlemlenmiştir. Tunika muskularisin en dış kısmında bulunan tunika serosa tabakasının oldukça ince ve gevşek bağ dokusundan oluştuğu belirlenmiştir.

Histokimyasal boyama işlemlerinde, nötral glikokonjugatların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Periyodik Asit-Schiff (PAS) boyamasında farklı seviyelerde reaksiyonlar gözlemlenmiştir (Şekil 3A). Bazı hücrelerin kuvvetli (koyu pembe), bazılarının ise zayıf (açık pembe) reaksiyon gösterdiği, ayrıca bazı hücrelerin her iki reaksiyonu (mor) bir arada barındırdığı tespit edilmiştir.

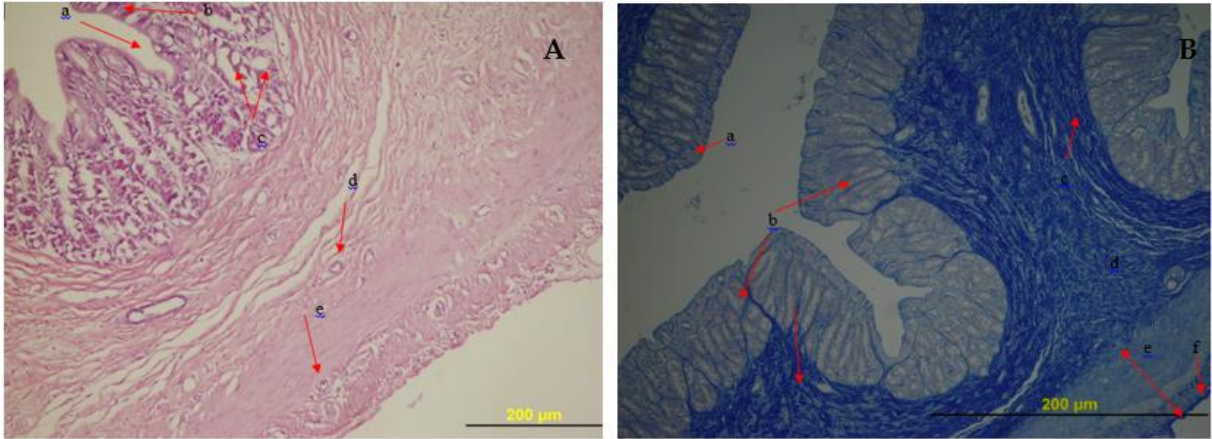
PAS + AB pH 2,5 boyamasında ise, mukus hücrelerinin hem asidik (mavi), hem nötral (pembe) hem de her ikisini birden içeren reaksiyonlara (mor) rastlanmıştır (Şekil 3B). Nötral glikokonjugatlar, diğerlerine göre daha az miktarda bulunmuştur.

Siyalik asit içeren glikokonjugatların tespitine yönelik gerçekleştirilen KOH/PAS boyamasında, eşit oranlarda bir reaksiyon gözlemlenmiştir (Şekil 4A). Lamina propria yönüne bakan mukus hücrelerinin genellikle pembe renkte, lümene bakan ya da lümene yakın olan hücrelerin ise mor renkte olduğu belirlenmiştir.

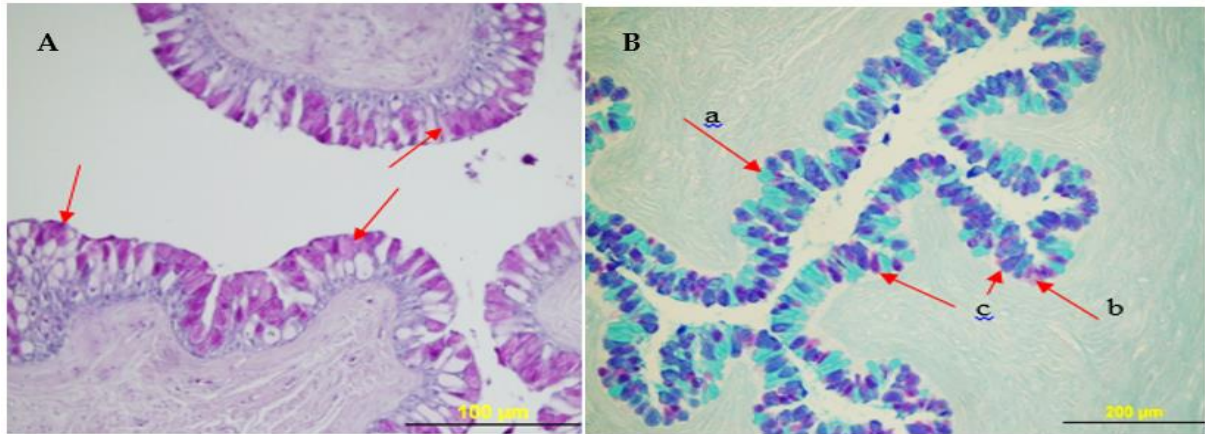
Güçlü sülfatlı glikokonjugatların tespitinde AB pH 0,4 negatif sonuç vermiştir. O-esterli glikokonjugatları belirlemek için uygulanan AB pH 1,0 boyaması ise güçlü bir pozitif reaksiyon göstermiştir (Şekil 4B). Ayrıca, asidik glikokonjugatların varlığını ortaya koyan AB pH 2,5 boyaması da pozitif sonuç vermiştir (Şekil 5A).

Sülfatlı glikokonjugatların tespitine yönelik gerçekleştirilen Aldehit fuksin (AF) boyaması negatif bir reaksiyon vermiştir. Bununla birlikte, sülfatlı ve asidik glikokonjugatların kompozisyonunu belirlemek

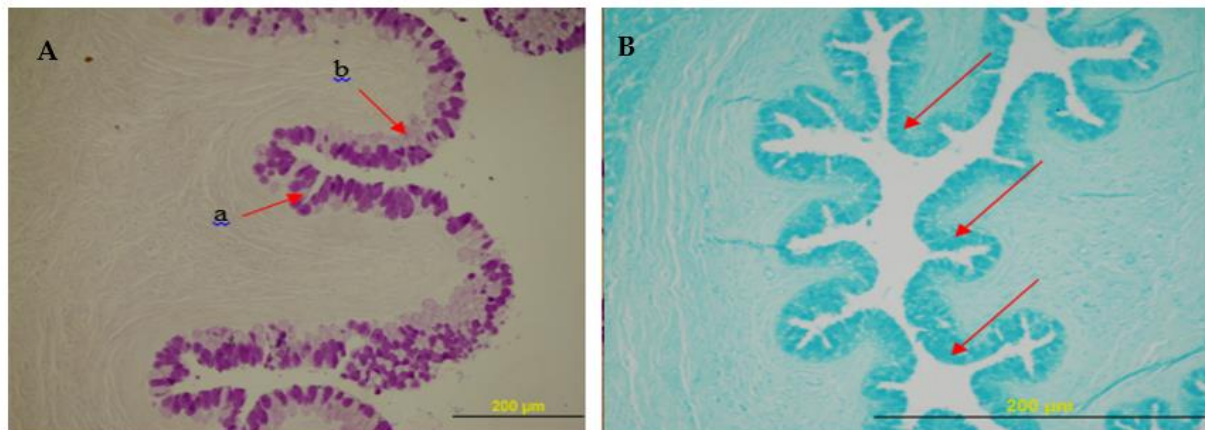
için AF/AB pH 2,5 da, AF'nin negatif sonuç verdiği, AB pH 2,5'in ise baskın olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5B).



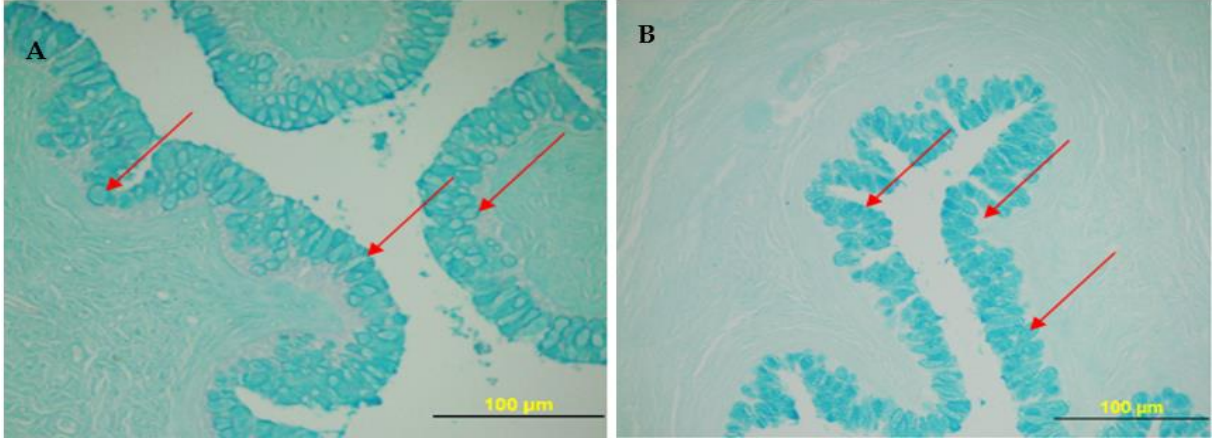
Şekil 2. A: a) Gastrik pit b) prizmatik epit. Hüc. c)Mukus hüç. d) Kan damarı e) Sinir pleksüsü (H&E), B: a) Lam. Epitel. b) Gland. Epitel. c) Lam. propria d) Submukoza e) T. mürkularis f) T. seroza (crossman).



Şekil 3. A: K. midede farklı derecelerdeki PAS pozitif mukus hüçreleri, (PAS), B: AB pozitif (a), PAS zayıf pozitif (b), ikisini birden içeren mukus hüç. (c), (PAS/AB pH 2,5).



Şekil 4. A: Kardiyak midede, KOH (a) ve PAS (b) orta derecede pozitif mukus hüçreleri (KOH/PAS), B: Kardiyak midede AB pH 1,0 kuvvetli pozitiflik gösteren mukus hüçreleri.

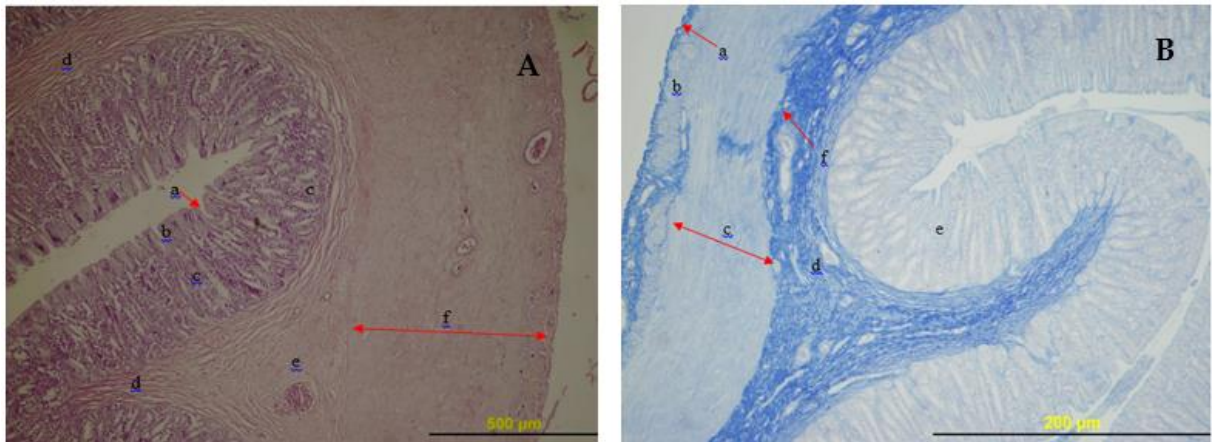


Şekil 5. A: Kardiyak midede AB pH 2,5 boyaması, orta derecede pozitiflik gösteren mukus hücreleri, **B:** Kardiyak midede, AB pH'in orta derecede pozitiflik gösteren mukus hücreleri (AF/AB pH 2,5).

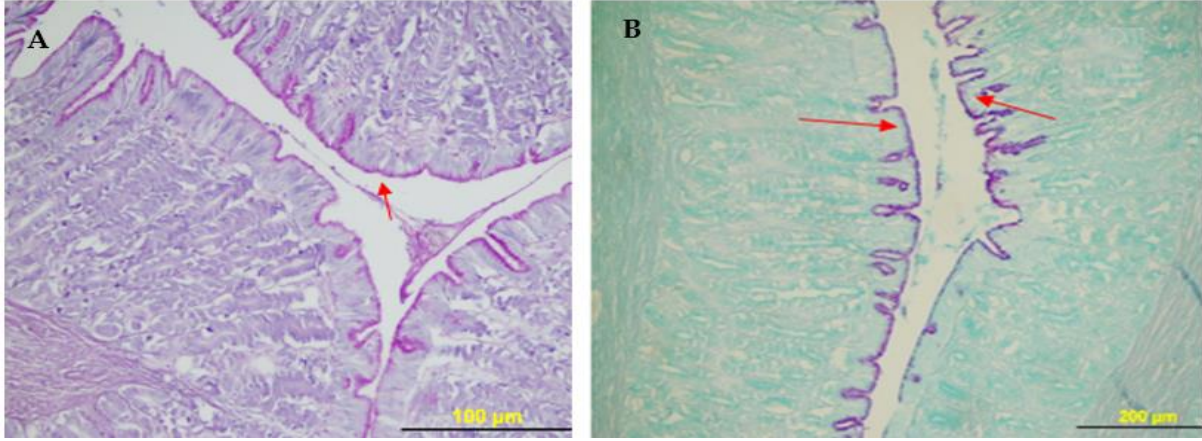
Fundus Mide

Kardiyak mideye göre fundus mide daha geniş bir lümenine sahiptir. Histolojik olarak, fundus mide de kardiyak midedeki gibi dört farklı yapı mevcuttur. Lumen boyunca yer alan primer ve sekonder kıvrımlar ile gastrik pitlere sahip olan mukozada, tek katlı prizmatik epitel hücrelerinden oluşan lamina epiteliyalis belirlendi (Şekil 6A). Lamina epiteliyalisin altında, tubuler yapıdaki fundus bezlerinin bulunduğu glandüler epitelyum gözlemlendi. Bu bezlerin lümenleri açık olup, hücre çekirdekleri merkezde yer alıyordu. Bağ dokusundan oluşan submukozada ise, yer yer irili ufaklı kan damarları ve sinir pleksüsleri dikkati çekti. Tunika muskularis tabakasında, içte bulunan sirküler kas katmanının, dışta yer alan longitudinal kas katmanından 4-5 kat daha fazla kalın olduğu belirlendi. En dışta bulunan ve gevşek bağ dokusundan oluşan tunika serosa tabakası ise çok ince bir yapıya sahiptir (Şekil 6B).

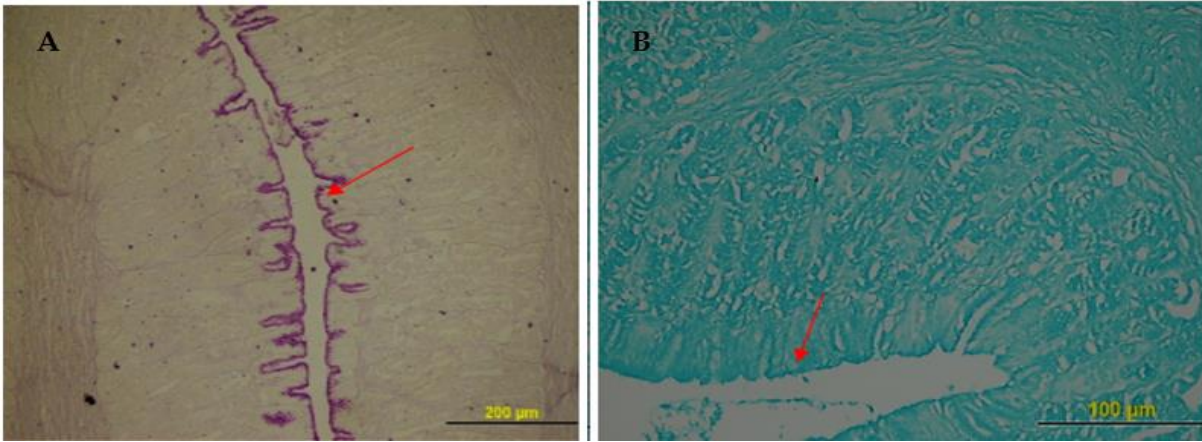
Histokimyasal boyamalarda; PAS, L. epiteliyalisin boşluğa bakan kısımlarında pozitif görüldü (Şekil 7A). PAS+AB pH 2.5 boyamasında (Şekil 7B), PAS lamina epiteliyalisin lümenine bakan yüzeylerinde, AB pH 2,5 a göre etkin, yine aynı şekilde, KOH/PAS da PAS pozitif hücrelerin etkin olduğu dikkati çekti (Şekil 8A). Bunun yanısıra AB pH 0,4 negatif, AB pH 1,0 (Şekil 8B) ve AB pH 2,5 boyaması zayıf reaksiyon gösterirken, AF negatif reaksiyon verdiği belirlendi, AF/AB pH 2,5 ise glandüler epitelyumun lümenine bakan yüzleri AB pH 2,5 zayıf reaksiyonu göstermiştir.



Şekil 6. A: Fundus midede a) Gastrik pit b) Lam. epiteliyalis c) glandüler epitelyum d) Lam. propria e) Submukoza f) T. muskularis (H&E), **B:** Fundus midede a) T. serosa, b) L. kas fibril. c) S. kas fibril. d) Submukoza e) Gland. epitelyum f) Sinir pleksüsü (Crossman).



Şekil 7. A: Fundus midedeki PAS pozitiflik gösteren epitel hücreleri (PAS), B: Fundus mide epitelindeki kuvvetli PAS pozitiflik (PAS+AB pH 2,5).



Şekil 8. A: Fundus midede, PAS pozitif epitel hücreleri (KOH/PAS), B: Fundus midede AB pH 1,0 zayıf derecede pozitiflik gösteren epitel hücreler.

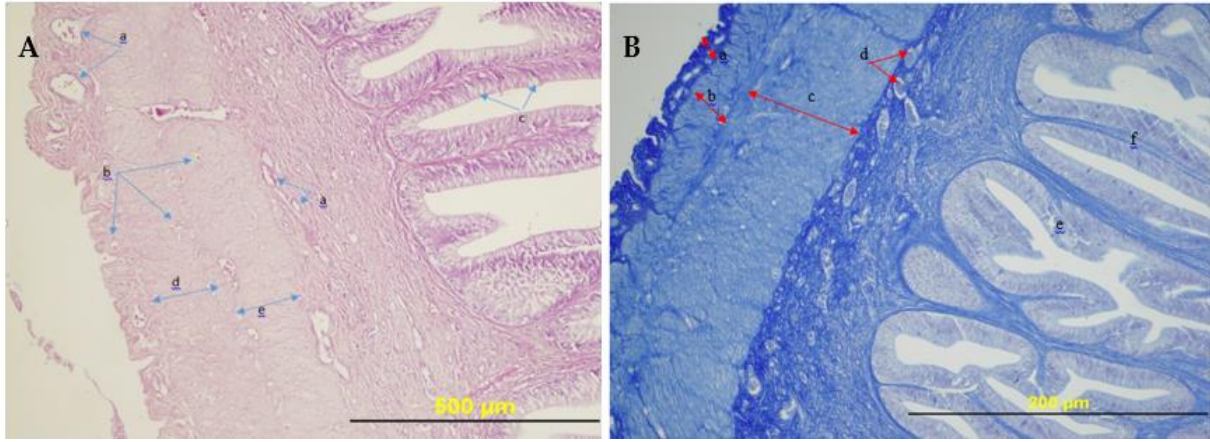
Pilorik Mide

Kardiak ve fundus midesindeki gibi histolojik olarak pilorik mide de dört ayrı tabakadan oluşmaktadır. Lamina epitelyalis tabakası, primer ve sekonder kıvrımlarla birlikte tek katlı prizmatik epitel hücrelerinden meydana gelmiştir. Bu bölgede bulunan gastrik pitler, fundus ve kardiak mideye kıyasla daha derin bir yapı göstermektedir. Ayrıca, bu epitel hücrelerinin arasında zaman zaman mukus salgılayan hücreler de yer almaktadır (Şekil 9A). Mukozasında fundus ve kardiak midenin tersine bezlerle karşılaşmamıştır. Lamina epitelyalinin tabakasının altında yine sıkı bağ dokudan oluşmuş lamina propria, bunun hemen altında daha gevşek bağ dokudan oluşmuş içinde irili ufaklı kan damarları bulunan submukoza tabakası gözlemlendi.

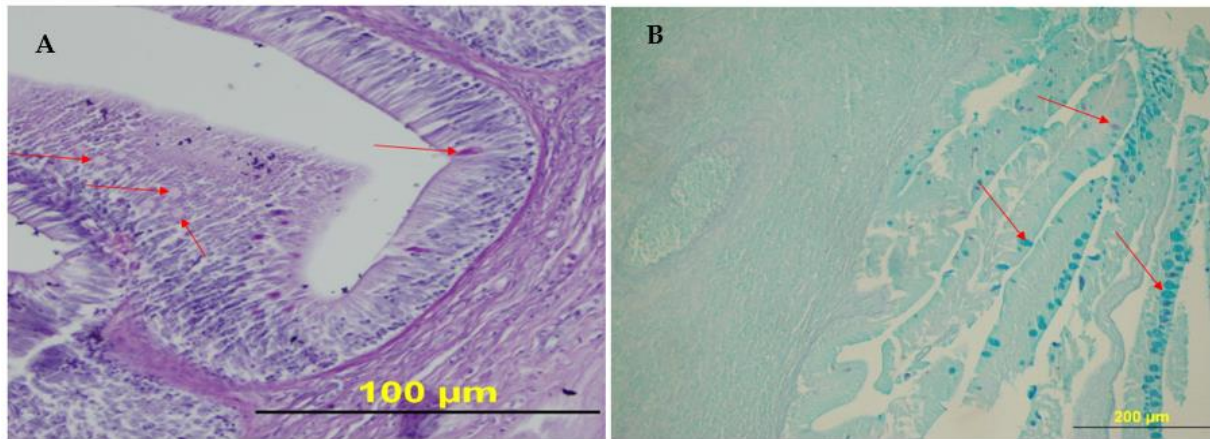
Dış kısımda longitudinal, iç kısımda ise bunun 3-4 katı kalınlığında sirküler kas liflerinden oluşan tunika muskularis tabakası kardiak mideye göre daha kalın olup fundus midesiyle benzer bir kalınlığa sahiptir (Şekil 9B). En dışta ince bir bağ dokudan meydana gelen T. serosa tabakası bulunmaktadır.

Histokimyasal olarak; lamina epitelyalinin aralarında yeralan mukus hücreleri PAS pozitif reaksiyon (Şekil 10A), PAS+AB pH 2,5 boyamasında ise (Şekil 10B), AB pH 2,5 in PAS a göre etkin olduğu belirlendi. KOH/PAS (Şekil 11A.) da PAS pozitif hücrelerin etkin olduğu dikkati çekti.

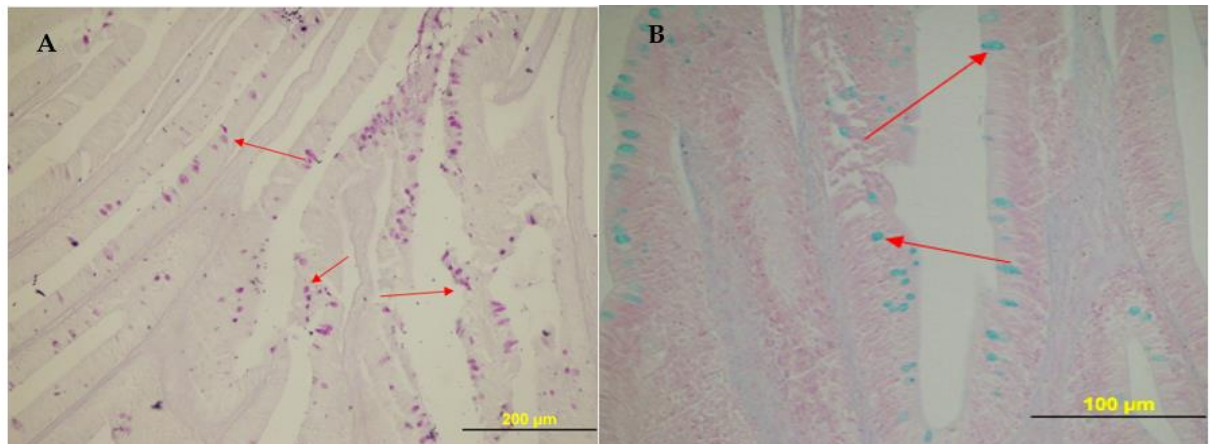
Buna ilaveten, AB pH 0,4 (Şekil 11B), AB pH 1,0 (Şekil 12A) ve AB pH 2,5 boyamaları (Şekil 12B) pozitif reaksiyonlar gösterirken, AF boyamasının negatif bir reaksiyon verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, AF/AB pH 2,5 (Şekil 13) uygulamasında AB pH 2,5'in dominant olduğu gözlemlenmiştir.



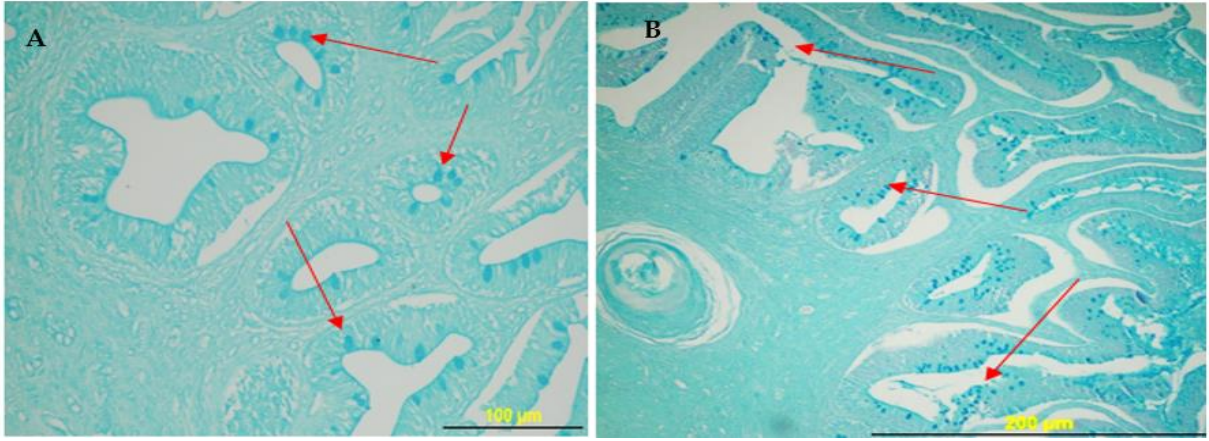
Şekil 9. A: a) Kan damar. b) Sinir pleksüs. c) Mukus hüç. d) L. kas e) S. kas (H&E), **B:** a) T. seroza b) L. kas tabakası c) S. kas tabakası d) Submokoza (Crossman).



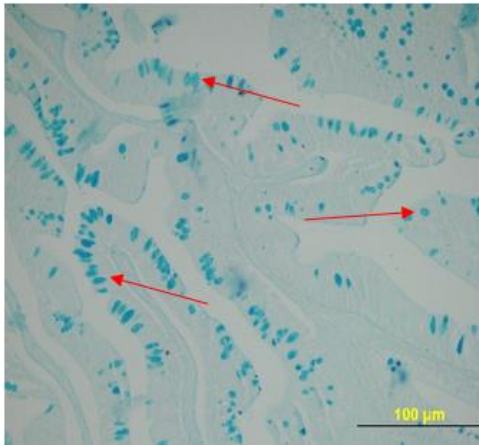
Şekil 10 A. PAS boyamasına zayıf pozitif mukus hücreleri, (PAS), **B:** Dominant AB pozitif mukus hücre (PAS/AB pH 2,5).



Şekil 11. A: PAS pozitif mukus hücreleri (KOH/PAS), **B:** Pilorik midede AB pH 0,4 orta pozitif mukus hücreleri.



Şekil 12. A: Pilorik midede AB pH 1,0 orta pozitif mukus hücre, **B:** Pilorik midede AB pH 2,5 kuvvetli pozitif mukus hücre.



Şekil 13. Pilorik midede, AB kuvvetli pozitif mukus hücreleri (AF/AB pH 2,5).

Bağırsaklar

Mastacembelus mastacembelus'un histolojik ve histokimyasal özellikleri yönünde bağırsakları üç bölümde ele alındı.

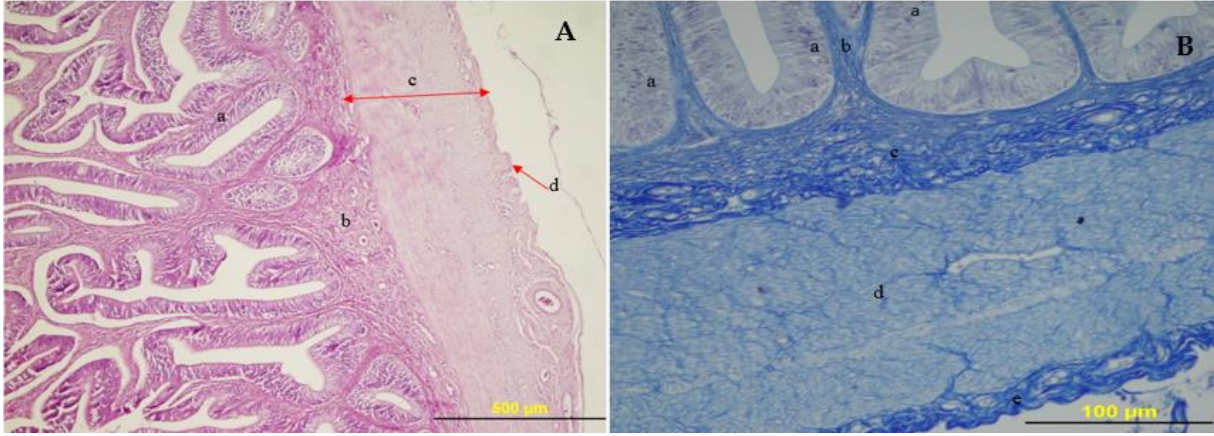
İnce Bağırsak

Mukozada, tek katlı kolumnar epitel hücreleri ile bu hücrelerin arasında dağınık ve bol miktarda bulunan oval şekilli mukus üreten goblet hücreleri bulunmaktadır. Bunun altında, kompakt bağ dokusundan oluşan lamina propria bulunurken, bitişiğinde kan damarları ve granüler hücreleri içeren gevşek bağ dokusundan oluşan submukoza katmanı gözlemlenmiştir (Şekil 14A).

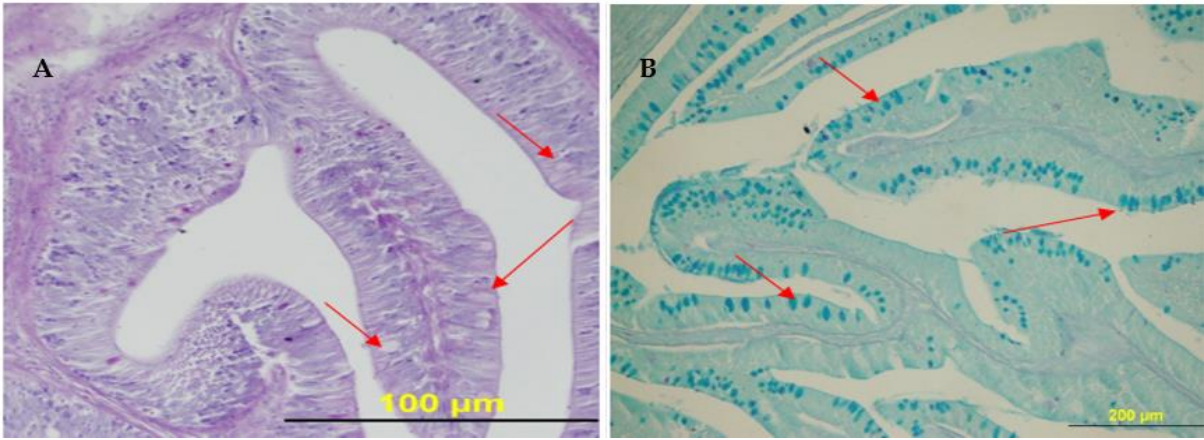
Muskularis tabakasında dışta longitudinal içte ise iki kat kadar daha kalın olan sirküler kas tabakası görüldü. Ayrıca en dışta ise ince bir seroza katmanı gözlemlendi (Şekil 14B).

Yapılan histokimyasal analizler; ince bağırsak bölümünün goblet hücrelerinde gerçekleşirken, lamina epiteliyalis hücrelerinde mukosubstans belirlenememiştir.

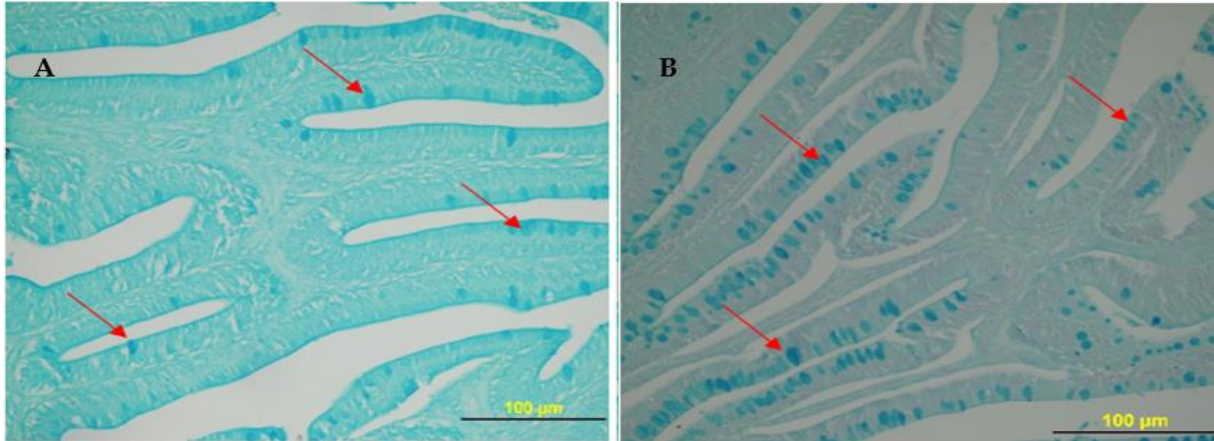
Goblet hücreleri P.A.S. boyasına zayıf reaksiyon (Şekil 15A), PAS/AB pH 2,5 da (Şekil 15B) AB nin dominant olması asidik glukokonjugatların baskın olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mukozadaki goblet hücreleri; AB pH 0,4 zayıf, AB pH 1,0 (Şekil 16A) orta, AB pH 2,5 (Şekil 16B) ise, kuvvetli pozitif reaksiyonlar gösterirken KOH/PAS ve AF boyamasının negatif reaksiyon vermiştir. AF/AB pH 2,5 sonucunda da AB baskın özellik göstermiştir (Şekil 17).



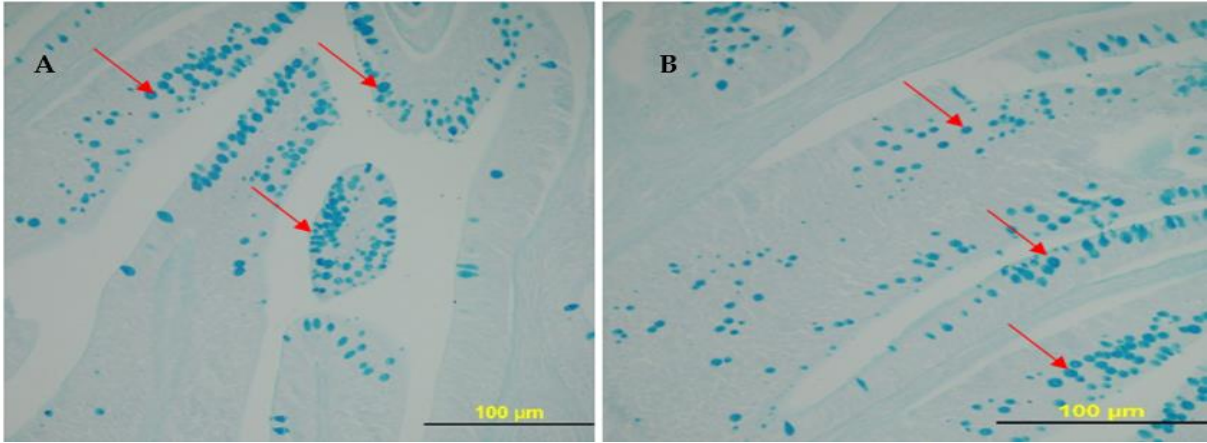
Şekil 14. **A:** İnce bağırsak a) T. mukoza b) Submukoza c) T. muskularis d) T. seroza (H&E), **B:** a) Kolumnar epitel hücre. c) Submukoza d) S. kas tabakası e) L. kas tabakası (Crossman).



Şekil 15. **A:** PAS zayıf pozitif goblet hücreler, **B:** AB kuvvetli pozitif goblet hücreleri (PAS+AB pH 2,5).



Şekil 16. **A:** İnce bağırsakta AB pH 1,0 boyaması orta derecede pozitiflik gösteren goblet hücreleri, **B:** İnce bağırsakta AB pH 2,5 kuvvetli pozitif goblet hücreleri.



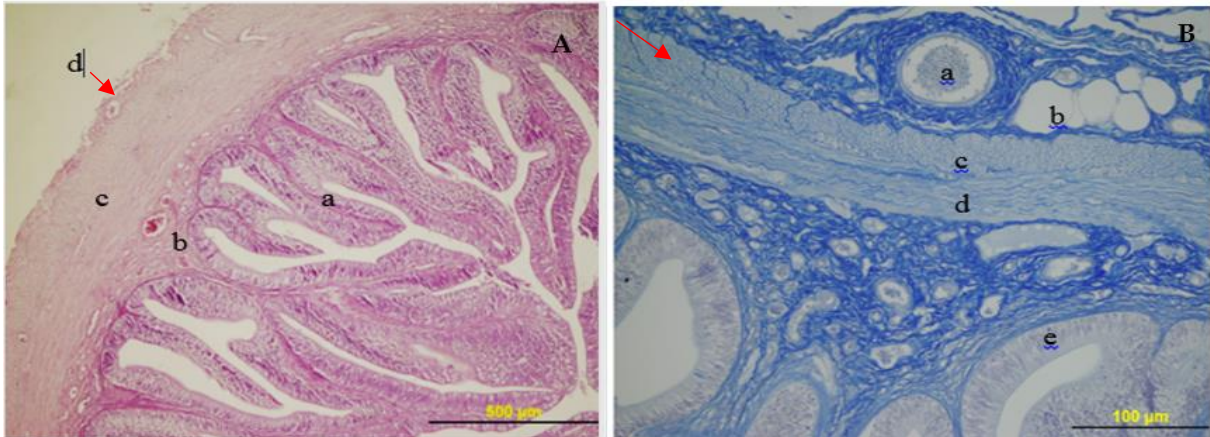
Şekil 17. İnce bağırsakta, AB pH'in kuvvetli pozitif goblet hücreleri (AF/AB pH 2,5).

Orta Bağırsak

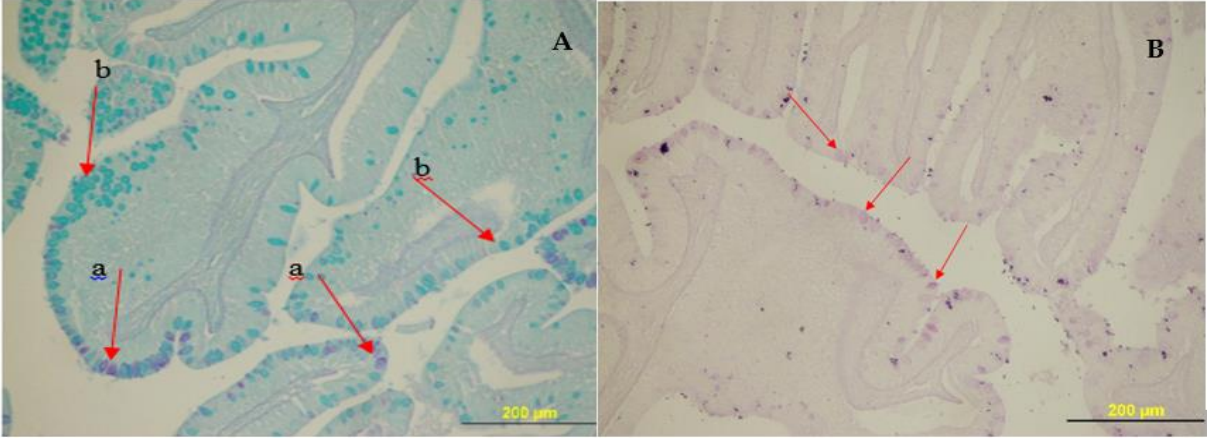
Histolojik yapı olarak orta bağırsak, ince bağırsağa benzer özellikler taşırken, orta bağırsağın mukozasının ince bağırsağa kıyasla daha düzenli kıvrımlara ve daha derin gastrik pitlere sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 18A). Ayrıca, tunika serosa tabakasında yer yer kan damarları ve adipoz doku bulunmuştur (Şekil 18B).

Histokimyasal boyamalarda; PAS goblet hücrelerinde zayıf reaksiyon, PAS+AB pH 2,5 (Şekil 19A) AB kuvvetli dominant (mavi) ancak bazı hücrelerde her iki reaksiyonunda mevcut olduğu (mor), KOH/PAS kıyaslamasında (Şekil 19B) PAS dominant ancak zayıf seviyede reaksiyon vermiştir.

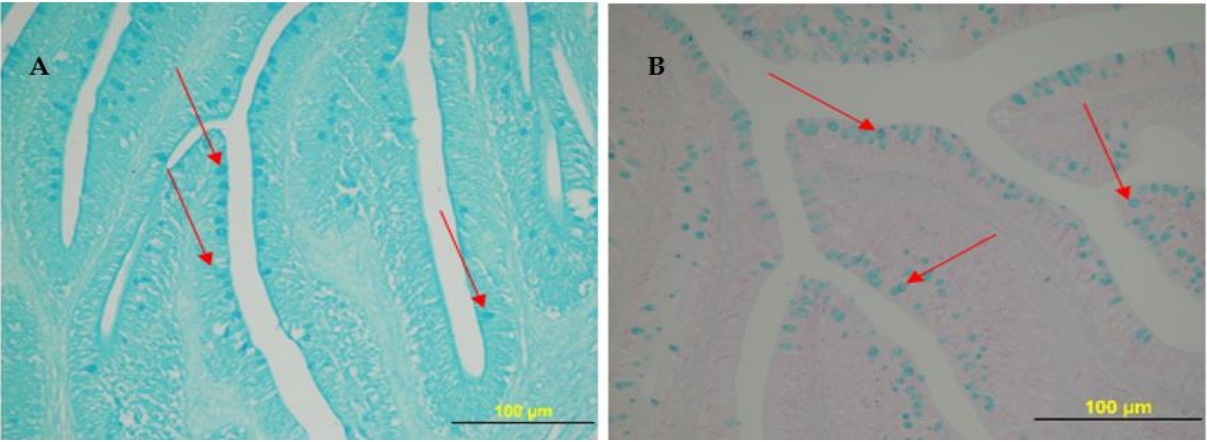
AB pH 0,4 (Şekil 20A) orta, AB pH 1,0 (Şekil 20B) ve pH 2,5 (Şekil 21A) ise kuvvetli pozitif, reaksiyon göstermiştir. Aldehit fuksin (AF) negatif, AF/AB pH 2,5 (Şekil 21B) da ise goblet hücrelerinde AB pH 2,5'in etkin olduğu dikkati çekmiştir.



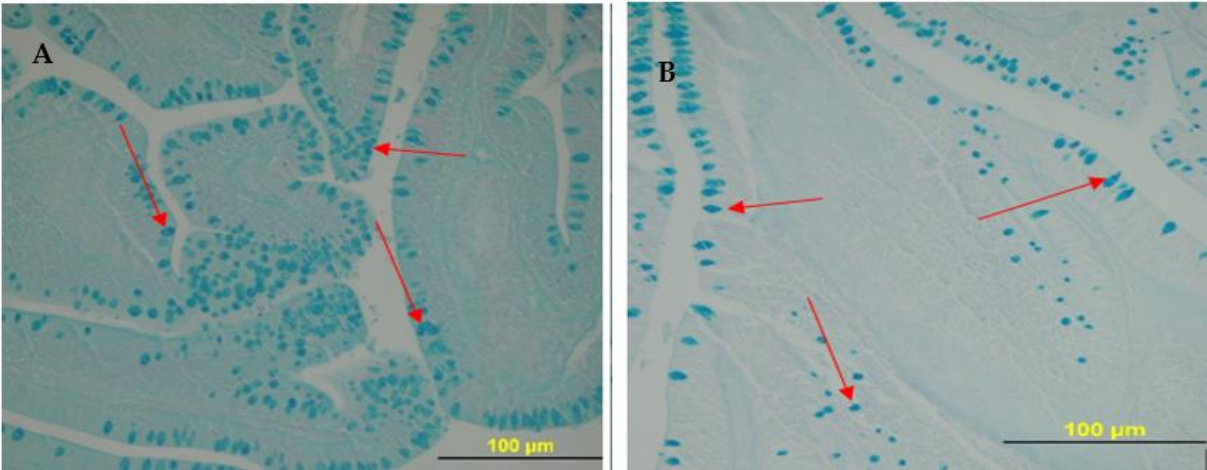
Şekil 18. A: Orta bağırsakta a) T. mukoza b) submukoza c) T. mukularis d) T. seroza (H&E), **B:** a) Kan damar. b) Adipoz doku c) L. kas tabakası d) S. kas tabakası e) Priz. Epit. Hücreler (Crossman).



Şekil 19. A: O. bağırsak, PAS zayıf pozitif (a), AB kuvvetli pozitif (b) goblet hücreleri (PAS+A pH 2,5), **B:** Orta bağırsak, PAS zayıf pozitiflik gösteren goblet hücreleri (KOH/PAS).



Şekil 20. A: Orta bağırsakta AB pH 0,4 kuvvetli pozitif goblet hücreleri, **B:** Orta bağırsakta AB pH 1,0 orta pozitif goblet hücreleri.



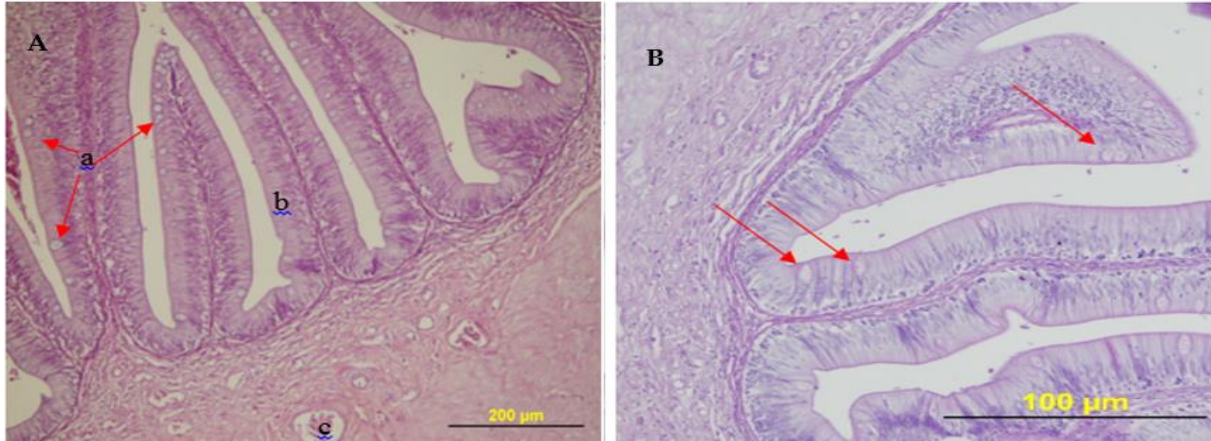
Şekil 21. A: Orta bağırsakta AB pH 2,5 kuvvetli pozitiflik gösteren goblet hücreleri, **B:** Orta bağırsakta, AB kuvvetli pozitiflik gösteren goblet hücreleri (AF/AB pH 2,5).

Kalın Bağırsak

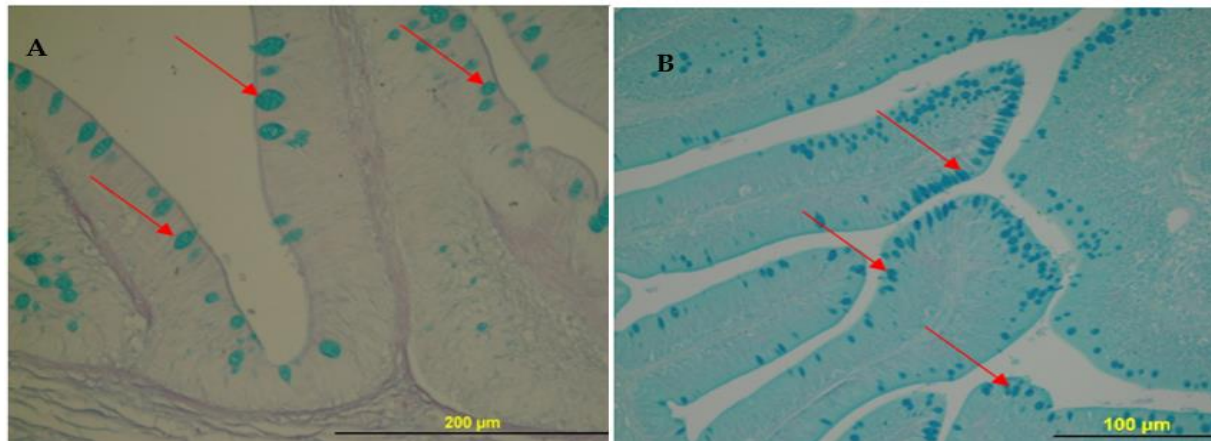
Histolojik açıdan kalın bağırsak, ince ve orta bağırsağa benzerdir. İnce bağırsaktan kalın bağırsağa doğru gittikçe mukozadaki kıvrımlar daha düzgün bir yapı kazanmaktadır (Şekil 22A). Ayrıca, stratum kompaktum katmanı mide ve bağırsaklarda tespit edilememiştir.

Histokimyasal boyamalarda; PAS (Şekil 22B), goblet hücrelerinde zayıf, PAS+AB pH 2,5'da (Şekil 23A) AB kuvvetli dominant, KOH/PAS ise PAS etkin ama zayıf derecede reaksiyon vermiştir.

AB pH 0,4 orta derece, AB pH 1.0 ve AB pH 2,5 ise güçlü derecede pozitif reaksiyon göstermiştir. Aldehit fuksin (AF) negatif özellik gösterirken, AF/AB pH 2,5 da AB pH 2,5 un etkin olduğu gözlenmiştir (Şekil 23B).



Şekil 22. A: Kalın bağırsakta a) Goblet hücre. b) Priz. epitel hücre. c) Kan damar. (H&E), B: Kalın bağırsakta PAS zayıf pozitiflik goblet hücreleri.



Şekil 23. A: Kalın bağırsakta AB kuvvetli pozitif goblet hücreleri (PAS+AB pH 2,5), B: Kalın bağırsakta boyaması, AB kuvvetli pozitif goblet hücreleri (AF/AB pH 2,5).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mastacembelus mastacembelus'un, güçlü kas yapısına sahip J şeklinde bir mideye ve kısa bağırsaklara sahip olması *Seriola dumerili* (Grau vd., 1992), *Oncorhynchus mykiss*, (Şimşek ve Sarneyyüpoğlu, 1996; Marchetti vd., 2006), *Rhamdia quelen*'in (Hernandez vd., 2009) gibi balık türleriyle uyumludur.

Mastacembelus mastacembelus'un mide ve bağırsaklarının histolojik yapısı, mukoza, submukoza, muskularis ve serosa katmanlarından oluşmaktadır ve bu yapı, birçok diğer kemikli balıkla benzerlik göstermektedir (Park ve Kim, 2001; Arellano vd., 2001; Carasson vd., 2006; Marchetti vd., 2006; Khojasteh vd., 2009; Khojasteh ve Saeideh, 2013; Chakrabarti ve Ghosh, 2014; Nazlic vd., 2014; Ghosh ve Chakrabarti, 2015).

Mide içindeki çok sayıda primer ve sekonder kıvrım, kardiak mideden fundus ve pilorik mideye doğru ilerledikçe daha düzgün bir yapı sergilemekte ve pilorik mide bölgesinde gastrik pitlerin derinliği

artmaktadır. Bu durum, *Odontesthes bonariensis* (Diaz vd., 2006) gibi türlerde de gözlemlenmektedir. Mukozadaki bu kıvrımlar, kimyasal sindirimin etkinliğini artırarak adaptasyonu sağlamakta (Silva vd., 2012) ve sindirim sıvılarıyla besinlerin karışımında önemli bir rol oynamaktadır (Osman ve Caceci, 1990).

Nagubi vd. (2011), Khojasteh ve Saeideh (2013), Ghosh ve Chakrabarti (2015) ve Purushothaman vd. (2016), tarafından yapılan çalışmalarda, gastrik tubuler bezlerin kardiak ve fundus midede bulunduğu, ancak pilorik midede yer almadığı bildirilmiştir. Öte yandan, *Pseudophoxinus antalyae* (Çınar ve Şenol, 2006) türünde tunika mukozada herhangi bir bezin bulunmadığı belirtilmiştir. Nazlic vd., (2014) *Scorpaena porcus* üzerinde, Şimşek ve Sarıeyyüpoğlu (1996), ise *O. mykiss* üzerinde tüm mide bölümlerinde bezlerin varlığını ortaya koymuştur. Bu bezler, hem pepsinojen hem de hidroklorik asit üretme yeteneğine sahiptir (Xiong vd., 2011; Ghosh ve Chakrabarti, 2015). Ayrıca, salgıladıkları nötral glukokonjugatlarla mide epitelini HCl'nin neden olduğu otosindirimden koruma işlevi üstlenmektedirler (Murray vd., 1994; Ba-Omar vd., 1998; Arellano vd., 2001; Petrinc vd., 2005).

Hippoglossus hippoglossus, *Pleuronectes ferruginea* (Murray vd., 1994), *Solea senegalensis*, *Dentex dentex* (Carrasson vd., 2006), *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Saeideh, 2013) ve *Pygocentrus nattereri* (Ghosh ve Chakrabarti, 2015) türlerinde olduğu gibi, *M. mastacembelus*'ta da tunika muskularis içerisinde içte kalın bir sirküler kas tabakası, dışta ise daha ince bir longitudinal kas tabakası gözlenmiştir. *M. mastacembelus*'un kardiak midesinde çoğu bölgede eşit kalınlıkta kas tabakaları bulunurken, yer yer sirküler kasların daha kalın olduğu gözlemlenmiştir. Fundus mide ve pilorik midede ise sirküler kas tabakası, longitudinal kaslara göre ara ara 2-3 kat daha kalın bir yapı sergilemektedir. Bu durum Murray vd. (1994), tarafından da belirtildiği gibi fundus ve pilorik sfinkterin formasyonu ile ilişkilendirilmiştir.

Nötral mukopolisakaritler PAS boyası ile pozitif reaksiyon vererek koyu pembe renkte, asidik olanlar ise AB boyası ile mavi renkte gözlenir. Aynı hücrede her iki boyanın karışımı bir renk oluşması, hücrenin her iki formu da içerdiğini gösterir (Greco vd., 1967). Bu çalışmada, PAS boyası kardiak midede farklı derecelerde pozitiflik göstermiş; fundusta epitel hücrelerin apikal yüzeyi boyunca güçlü bir pozitiflik, pilorik bölgede ise daha zayıf bir pozitiflik saptanmıştır. Nötral mukopolisakaritlerin varlığı, kısa zincirli yağ asitleri ve disakaritlerin sindirilmesi ve emilimi ile ilişkilidir (Grau vd., 1992). PAS/AB 2,5 boyaması ile *M. mastacembelus*'un kardiak midesinde az sayıda nötral hücre, bol miktarda her iki formu içeren ve asidik hücreler gözlenmiştir. Fundus midede epitel hücrelerin apikal yüzlerinde hem asidik hem nötral mukosubstanslar bulunurken, pilorik midede nötral mukopolisakaritlerin azaldığı ve yerlerini asidik mukopolisakaritlere bıraktığı belirlenmiştir. *Trichomycterus brasiliensis*'in mide mukozasında ise PAS boyası pozitif iken, PAS/AB pH 2,5 reaksiyonu negatif bulunmuştur (Riberio ve Fanta, 2000).

KOH/PAS reaksiyonunda *M. mastacembelus*'un üç mide bölgesinde de PAS pozitif reaksiyon gözlenmiş olup, bu sonuçlar *Odontesthes bonariensis*'de elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir (Diaz vd., 2006). Güçlü sülfatlı glikokonjugatlar (AB pH 0,4) kardiak ve fundus midede bulunmazken, pilorik midede varlık göstermiştir. O-esterli glikokonjugatlar (AB pH 1.0), kardiak midede güçlü, fundus midede zayıf ve pilorik midede orta derecede reaksiyon vermiştir. Sülfatlı glikokonjugatlar (AF) üç mide bölümünde de saptanmazken, sülfatlı ve asidik glikokonjugatların kompozisyonunda (AF/AB pH 2,5) asidik olanların baskın olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, *Trichomycterus brasiliensis*'in midesinde AB pH 2,5 ve AB pH 1,0 reaksiyonları negatif sonuç vermiştir (Riberio ve Fanta, 2000).

Himantura signifer (Chatchavalvanich vd., 2006), *Monopterus albus* (Dai vd., 2007), *Oncorhynchus mykiss* (Şimşek ve Sarıeyyüpoğlu, 1996; Khojasteh vd., 2009), *Hypophthalmichthys nobilis* (Delashoub vd., 2010),

Spams aurata ve *Mugil cephalus* (El-Bakary ve El-Gammal, 2010), *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Saeideh, 2013) gibi türlerin bağırsak yapısına yönelik çalışmalarda, bağırsak duvarının tunika mukoza, tunika submukoza, tunika muskularis ve tunika seroza denilen dört tabakadan oluştuğu belirlenmiştir. Benzer şekilde *M.mastacembelus'* un bağırsak duvarında da aynı dört tabaka mevcuttur. Ancak, *Cyprinion macrostomus* (Taysı ve Köprücü, 2022) ve *Scorpaena porcus* (Nazlic vd., 2014) türlerinde bağırsak, duvarının yalnızca tunica mukoza, tunica muskularis ve tunica serosa olmak üzere üç tabakadan meydana geldiği rapor edilmiştir.

Himantura signifer (Chatchavalvanich vd., 2006), *Cyprinion macrostomus* (Taysı ve Köprücü, 2022), *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Saeideh, 2013) bağırsak duvarı *M.mastacembelus'*ta olduğu gibi kıvrımlı yapıya sahip olduğu ve prizmatik epitel hücrelerinden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Araştırmada, bağırsak mukozasında bez yapılarının bulunmadığı, ancak bol miktarda mukus salgılayan hücrelerin yer aldığı saptanmıştır. Bu özellik, *Oncorhynchus mykiss* (Şimşek ve Sarıyüpoğlu, 1996; Khojasteh vd., 2009), *Pseudophoxinus antalyae* (Çınar ve Şenol, 2006), *Cyprinion macrostomus* (Taysı ve Köprücü, 2022) ve *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Saeideh, 2013) gibi balıklarda da belirtilmiştir. Bu durum, bu türlerin bağırsaklarında mukus salgılama işlevinin önemli olduğunu göstermektedir.

Goblet hücreleri, balıkların bağırsaklarındaki dominant hücre tipi olarak kabul edilir ve gastrik mukozanın temel bileşenlerindedir (Diaz vd., 2003; Khojasteh, 2012). *Mastacembelus mastacembelus'*un bağırsak mukozasında, epitel hücreleri arasına yerleşmiş olan goblet hücrelerinin sayısının ince bağırsaktan kalın bağırsağa doğru arttığı gözlemlenmiştir. Bu artış, *Himantura signifer* (Chatchavalvanich vd., 2006), *Monopterus albus* (Dai vd., 2007), *Oncorhynchus mykiss* (Khojasteh vd., 2009), *Rhamdia quelen* (Hernandez vd., 2009), *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Saeideh, 2013) türlerinde de rapor edilmiştir. Goblet hücrelerinin posteriöre doğru sayısının artması, Petrinc vd. (2005), ve Hernandez vd. (2009), tarafından belirtildiği gibi, sıvı ve iyon asimilasyonu ile ilişkilidir.

Carrason vd. (2006), *Dentex dentex*'in, Chatchavalvanich vd. (2006), *Himantura signifer*'in, Şimşek ve Sarıyüpoğlu, (1996) ile Khojasteh vd. (2009) ise *Oncorhynchus mykiss*'in bağırsaklarında stratum kompaktum tabakasının varlığını bildirmişlerdir. Ancak mevcut çalışmada, *Cyprinion macrostomus* (Taysı ve Köprücü, 2022), *Epinephelus coioides* (Khojasteh ve Ghodratiya, 2013) türlerinde olduğu gibi, *M. mastacembelus* bağırsaklarında stratum kompaktum tabakasına rastlanmamıştır.

Mukosubstanslar, mukozayı bakteri saldırılarına, fiziksel ve kimyasal zararlara karşı koruma görevi üstlenir. Histokimyasal analizlerde, goblet hücrelerinde asidik özelliklerin oldukça baskın olduğu, nötral özelliklerin ise (PAS) zayıf bir pozitiflik gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, *Trichomycterus brasiliensis* (Riberio ve Fanta, 2000), *Himantura signifer* (Chatchavalvanich vd., 2006) ve *Rhamdia quelen* (Hernandez vd., 2009) üzerinde yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir. Ayrıca, *Lates calcarifer* (Purushothaman vd., 2016) türünde de hem asidik hem nötral mukosubstanslar, hem AB pH 0,5 hem de AB pH 2,5 ile pozitif reaksiyon vermiştir.

*M. mastacembelus'*ta KOH/PAS reaksiyonu ince bağırsakta negatif, orta ve kalın bağırsakta ise çok zayıf pozitif olarak saptanmıştır. Güçlü sülfatlı glikokonjugatlar (AB pH 0,4) ise ince bağırsakta zayıf, orta bağırsakta kuvvetli, kalın bağırsakta ise negatif reaksiyon vermiştir. Buna karşılık, *Trichomycterus brasiliensis*'te (Riberio ve Fanta, 2000) tüm bağırsak bölümlerinde kuvvetli pozitif reaksiyon gözlenirken, *Rhamdia quelen*'de (Hernandez vd., 2009) tüm bağırsak bölümlerinde negatif reaksiyon kaydedilmiştir.

*M. mastacembelus'*ta O-esterli glikokonjugatların (AB pH 1,0) üç bağırsak bölümünde de orta derecede reaksiyon vermesi, *Himantura signifer* (Chatchavalvanich vd., 2006) ile benzerlik göstermektedir. Sülfatlı

glikonjugatlar (AF) üç mide bölümünde de bulunmazken, sülfatlı ve asidik glikokonjugatların kompozisyonunda (AF/AB pH 2,5) asidik olanların etkin olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak *Mastacembelus mastacembelus*'un mide-bağırsak histolojisinin ve histokimyasal analizlerinden elde edilen bulguların, bu türde olası histopatolojik değerlendirmelere ışık tutarken, fizyolojik özelliklerinin diğer türlerle karşılaştırılmasında da önemli bir referans kaynağı olacaktır. Bu çalışmalar, balık türlerinin sindirim sistemine dair daha derin bir anlayış sağlayarak hem biyolojik hem de ekolojik araştırmalar için sağlam bir temel oluşturma potansiyeline sahiptir.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Arellano, J. M., Storch, V., & Sarasquete C. (2001). Histological and histochemical observations in the stomach of the Senegal sole, *Solea senegalensis*. *Histol. Histopathol.* 16, 511-521.
- Bashe, S. K. R., & Abdullah, S. M. A. (2010). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembalus mastacembalus* from Greater Zab river in Iraq. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, 11(1), 30.
- Carrasson, M., Grau, A., Dopazo, L. R., & Crespo, S. (2006). A histological, histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of *Dentex dentex* (Pisces, Sparidae). *Histol. Histopathol.* 21, 579-593.
- Chakrabarti, P., & Ghosh, S. K. (2014). A comparative study of the histology and microanatomy of the stomach in *Mystus vittatus* (Bloch), *Liza parsia* (Hamilton) and *Oreochromis mossambicus* (Peters). *J. Microsc. Ultrastruct.* 2, 245-250.
- Chatchavalvanich, K., Marcos, R., Poonpirom, J., Thongpan, A., & Rocha, E. (2006). Histology of the digestive tract of the freshwater stingray *Himantura signifer* Compagno and Roberts, 1982 (Elasmobranchii, Dasyatidae). *Anat. Embryol.* 211, 507-518.
- Coad, B. W., & Keivany, Y. (2002). Book review: "Atlas of Iranian fishes: Gilan inland waters", "The inland freshwater fishes of Iran", "A guide to the fauna of Iran", and "Freshwater fishes of Iran". *Copeia*, (4), 1165-1166.
- Crossman, G. (1937). A modification of Mallory's connective tissue stain with a discussion of the principles involved. *The Anatomical Record*, 69, 33-38.
- Culling, C. F. A., Reid, P. E., & Dunn, W. L. (1976). A new histochemical method for the identification and visualization of both side chain acylated and nonacylated sialic acids. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 24, 1225-1230.
- Çakmak, E. & Alp, A. (2010). Morphological differences among the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander 1794), populations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 87-92.
- Çınar, K., & Şenol, N. (2006). Histological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in flower fish *{Pseudo-phoxinusantalyae}*. *Anatomia Histology, Embryology*, 350, 147-151.

- Çoban, M. Z., Eroğlu, M., & Düşükcan, M. (2021). Some biological properties of spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Banks & Solander, 1794) living in the Upper Euphrates River Basin, Turkey. *Sci Rep*, 11, 11761. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91223-1>
- Dai, X., Shu, M., & Fang, W. (2007). Histological and ultrastructural study of the digestive tract of rice field eel, *Monopoterus albus*. *J. Appl. Ichthyol* 23, 177-183.
- Dabak, H. E. ve Köprücü, S. (2022). Dikenli Tatlısu Yılan Balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Bank ve Solander, 1794)'ın Solungaçlarının Histolojik Yapısı ve Bazı Histokimyasal Özellikleri. *Ecological Life Sciences*, 17(4), 257-267. <https://doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0186>.
- Dauod, H. A. M., Al- Nakeb, G. D., Al- Hameed, R. A. (2011). Histological structure of the integument in *Mastacembelus mastacembelus* (Solander). *Journal of Baghdad for Science Table of Content*: 8 (1), s: 13-22.
- Delashoub, M., Pousty, I. and Khojasteh, S. M. B. (2010). Histology of Bighead Çarp (*Hypophthalmichthys nobilis*) Intestine. *Global Veterinaria*, 5, 302-306.
- Diaz, A., Escalante, H., Garcia, A. M., Goldenberg, A. L. (2006). Histology and Histochemistry of the Pharyngeal Cavity and Oesophagus of the Silverside *Odontesthes bonariensis* (Cuvier and Valenciennes). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 35, 42-46.
- El-Bakary N. E. R., EI-Gammal H. L. (2010). Comparative Histological, Histochemical and Ultrastructural Studies on the Proximal Intestine of Flathead Grey Mullet (*Mugil cephalus*) and Sea Bream (*Spams aurata*). *World Applied Sciences Journal*, 8, 477-485.
- Eroğlu, M., Şen, D. (2007). Reproduction Biology of *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792) inhabiting Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(2), 69-73.
- Eroğlu, M., & Şen, D. (2009). Otolith size-total length relationship in spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(4), 342-351.
- Eroğlu, M., & Şen, D. (2012.) Relationships between fish age and otolith size in spiny eel: *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794). *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 2, 15-18.
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M., & Şen, D. (2017a). Determination of some heavy metals in *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) in terms of public health. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 1-6.
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M. & Şen, D. (2017b). Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794)'nın kas dokusunda bazı ağır metal miktarlarının belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 31(3), 173-179.
- Geldiay, R., Balık, S. (1988). Türkiye tatlı su balıkları ders kitabı. Ege Üni. Fen Fak. Yayınları Kitaplar Serisi No:97, E.Ü. Basımevi, İzmir.
- Ghosh S. K., Chakrabarti P. (2015). Histological, surface ultrastructural, and histochemical study of the stomach of red piranha, *Pygocentrus nattereri* (Kner). *Arch. Pol. Fish.*, 23, 205-215.

- Gomari, G. (1952). Gomari's aldehyde fuchsin stain, CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Tecnicque Butterworths, London. 238,
- Grau, A., Crespo, S., Sarasquete, M. C., & De Canales, M. G. (1992). The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerili*, Risso: a light and scanning electron microscope study. *Journal of Fish Biology*, 41(2), 287-303.
- Greco V., Lauro G., Fabrini A., Torsoli A. (1967). Histochemistry of the colonic epithelial mucins in normal subjects and patients with ulcerative colitis. A quantitative and histophotometric investigation – Gut, 8: 491-496.
- Gümüş, A., Şahinöz, E., Doğu, Z., Polat, N. (2010). Age and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solender, 1794), from southeastern Anatolia. *Turkish Journal Zoology*, 34, s: 399-407.
- Hernández, D. R., Perez Ganeselli, M. and Domitrovic, H. A. (2009). Morphology, histology and histochemistry of the digestive system of South American catfish (*Rhamdia aueleri*). *International Journal Morphology* 27, s: 105-111.
- Humason, G. D., Lushbaugh, C. C. (1960). Selective demonstration of Elastin, Reticulin and Collagen by Silver, Orcein and Aniline Blue. *Stain Technol.*, 35, 209-214.
- Jalali, B., Barzegar, M., Nezamabadi, H. (2008). Parasitic fauna of spiny eel *Mastacembalus mastacembalus* Banks & Solander (Teleostei: Mastacembelidae) in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9(2), 23.
- Kara, C., Güneş, H., Gürlek, M.E., Alp, A. (2014). Adıyaman bölgesi akarsularında dikenli yılan balığı (*Mastacembalus mastacembalus*, Banks & Solander, 1794)'nın dağılımı ve bazı morfometrik özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 3-11.
- Karadede, H., Cengiz, E.İ., Ünlü, E. (1997). Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792)'ta ağır metal birikiminin incelenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Isparta, s. 399- 407.
- Khojasteh, S. M. B. (2012). The morphology of the post-gastric alimentary canal in teleost fishes: a brief review. *Int. J. Aqu. Sci.*, 3(2), 71-88.
- Khojasteh S.,M.,B., Saeideh G. (2013). Gastric and intestinal morphohistology of *Epinephelus coioides* (Osteichthyes, Serranidae). *International Journal of Aquatic Science* 4(2), 83-90.
- Khojasteh S.M.B, Sheikhzadeh F., Mohammadnejad D., Azami A. (2009). Histological, histochemical and ultrastructural study of the intestine of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *World Applied Sciences Journal*, 6(11), 1525-1531.
- Kılıç, H. M. (2002). Sultansuyu Deresi, Beyler Deresi ve Karakaya Barajında yaşayan *Mastacembelus simack*'ın biyolojik özelliklerinin incelenmesi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Köprücü, S., & Yaman, M. (2016). Histological and histochemical characterization of the digestive tract of European catfish (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758). *Cellular and Molecular Biology*, 62(13), 1-5.

- Kuru, M. ,1975. Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası tatlı sularında yaşayan balıkların (Pisces) sistematik ve zoocoğrafik yönden incelenmesi. (Doçentlik Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi.
- Luna L.G. (1968). Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Marchetti L., Capacchietti M., Sabbieti M.G., Accili D., Materazzi G. And Menghi G. (2006). Morphology and carbohydrate histochemistry of the alimentary canal in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *J. Fish. Biol.*, 68, 1808-1821.
- Murray, H.M., Wright, G.M. and Goff, P. (1996). A comparative histological and histochemical study of the post-gastric alimentary canal from three species of pleuronectid, the Atlantic halibut, the yellowtail flounder and the winter flounder. *Journal Fish Biology*, 48, 187-206.
- Nazlıc M., Paladin A., Bočina I. 2014. Histology of the digestive system of the black scorpionfish *Scorpaena porcus* L. – 65-74.
- Olgunoğlu, İ.A., 2011. Determination of the fundamental nutritional components in fresh and hot smoked spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus*, Bank and Solander, 1794). *Scientific Research and Essays*, 6(31), 6448-6453.
- Osman, A. H. K., T., Caceci. 1991. Histology of the stomach of *Tilapia nilotica* (Linnaeus 1758) from the River Nile. *J. Fish. Biol.*, 38, 212-223.
- Oymak, S. A., Kirankaya, Ş. G., Doğan, N. (2009). Growth and reproduction of Mesopotamian spiny eel (*Mastacembelus mastacembelus* Banks and Solander, 1794) in Ataturk Dam Lake (Şanlıurfa), Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 488-490.
- Park, J. Y. , I. S. Kim (2001). Histology and mucin histochemistry of the gastrointestinal tract of the mud loach, in relation to respiration. *J. Fish. Biol.*, 58, 861-872.
- Pazira A., Abdoli A., Kouhgardie., Yousefifard P. (2005). Age Structure and growth of the Mesopotamian Spiny Eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solender in russell, 1974) (*Mastacembelidae*), in southern Iran. *Zoology in the Middle East*, 35, 43-47.
- Petrinec, Z., S. Nejedli, S. Kuzir., Opacak, A. (2005). Mucosubstances of the digestive tractmucosa in northern pike (*Esox lucius* L.) and European catfish (*Silurus glanis* L.). *Vet. Arhiv* 75, 317-327.
- Purushothaman K., Lau D, Saju J.M., Musthaq S.S.K, Lunny D.P., Vij S., Orbán L. (2016). Morpho-histological characterisation of the alimentary canal of an important food fish, Asian seabass (*Lates calcarifer*). 14.
- Ribeiro R., A., O, Fanta E. (2000). Microscopic morphology and histochemistry of the digestive system of a tropical freshwater fish *Trichomycterus brasiliensis* (U.itken) (Siluroidei, Trichomycteridae). 17(4), 953-971.
- Silva M., Natali M. R. M., Hahm N. S. (2012). Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappterra* (Osteichthyes, Cichlidae). *Acta. Scientiarum*, 34, 319-329.
- Spicer, S. S., Mayer, D. R. (1960). Aldehyde fuchsin/Alcian blue. CFA Culling, RT Allison, WT Barr, In: Cellular Pathology Tecnique Butterworths.

- Şahinöz, E., Doğu, Z., Aral, F. (2006a). Development of embriyos in *Mastacembelus mastacembelus* (Bank& Solender, 1794) (Mesopotamian spiny eel) (Mastacembelidae). *Aquaculture Research*, 37(16), 1611-1616.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., Aral, F. (2006b). Changes in Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solender, in Russell, 1794) (Mastacembelidae) milt quality during a spawning period. *Theriogenolgy*, 67, 848-854.
- Şimşek Köprücü, S., Sarıeyyüpoğlu, M. (1996). Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nda sindirim kanalının histolojik olarak incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 131-146.
- Suiçer E., Köprücü, S. (2023). Fırat dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solander, 1794) böbreklerinin histolojik yapısı. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 6(2), 83-92.
- Taysı, M. R., Köprücü, S. (2022). Benekli sazan (*Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843)'da bağırsak ve karaciğerinin histolojik yapısı ve histokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, *Ecological Life Sciences*, 17(4), 141-150.
- Travers, R. A. (1988). Diagnosis of a new African Mastacembelid Spiny-eel genus *Aethiomastacembelus* Gen. Nov. (*Mastacembeloidei: Synbranchiformes*). *Cybiurn*, 12(3), 255-257.
- Vreven, E. J. (2004). *Aethiomastacembelus shiloangoensis*, a new spiny-eel from the Shiloango River basin, Africa (*Synbranchiformes: Mastacembelidae*). *Ichthyol.Explor. Freshwaters*, 15(2), 97-104.
- Vreven, E. J. (2005). Redescription of *Mastacembelus ophidium* Günther, 1893 (*Synbranchiformes: Mastacembelidae*) and description of a new spiny eel from Lake Tanganyika. *Journal of Natural History*, 39(18), 1539-1560.
- Xiong D., Zhang L., Yu H., Xie C., Kong Y., Zeng Y., Huo B., Liu Z. (2011). A study of morphology and histology of the alimentary tract of *Glyptosternum maculatum* (Sisoridae, Siluriformes). *Acta Zoologica*, 92, 161-169.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

- Karataş, H., & Köprücü, S. (2024). *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794)'un sindirim kanalının histolojisi ve bazı histokimyasal özelliklerinin araştırılması. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 151-170. <https://doi.org/10.56728/dustad.1579781>

Investigation of Endohelminths in Some Fish Species Caught in the Dicle River and Keban Dam Lake

Article Type
Research

Received
15 November 2024

Accepted
2 December 2024

Sibel DOĞAN¹
Mustafa DÖRÜCÜ²

Abstract: In this study, a total of 94 fish were used, including 10 *Acanthobrama marmid*, 17 *Capoeta trutta*, and 20 *Capoeta umbla* specimens, obtained from fishermen in the Dicle River and Keban Dam Lake in October 2021. It was found that 85 of the fish examined were infected. *Diplostomum spathaceum* was identified in the eye fluid, and *Neoechynorhynchus rutili* was identified in the intestines of the fish. A total of 2.846 parasites were found in the Dicle River, with 2109 *D. spathaceum* and 737 *N. rutili*, and the density, abundance, and prevalence of parasites were determined to be 66.18, 60.55, and 91.48, respectively. In Keban Dam Lake, a total of 2.846 parasites were detected, including 1.817 *D. spathaceum* and 737 *N. rutili*, and the density, abundance, and prevalence of the parasites were determined to be 54.80, 48.97, and 89.36, respectively.

Keywords: Dicle River, Keban Dam Lake, parasite, endohelminth, *Diplostomum spathaceum*, *Neoechynorhynchus rutili*


Dicle Nehri ve Keban Baraj Gölü'nden Avlanan Bazı Balıklarda Endohelminthlerin Araştırılması

Özet: Bu çalışmada, Ekim 2021 yılında Dicle Nehri'nden ve Keban Baraj Gölü'nden balıkçılardan alınan 10'ar adet *Acanthobrama marmid*, 17'şer adet *Capoeta trutta*, 20'şer adet *Capoeta umbla* olmak üzere toplam 94 adet balık kullanıldı. İncelenen balıkların 85 tanesinin enfekte olduğu belirlendi. Balıkların göz sıvısında *Diplostomum spathaceum* ve bağırsaklarında *Neoechynorhynchus rutili* teşhis edildi. Dicle Nehri'nde 2109 adet *D. spathaceum*, 737 adet *N. rutili* olmak üzere toplam 2846 adet parazit bulunmuş olup parazitlerin yoğunluk, bolluk ve yaygınlıkları sırasıyla 66,18, 60,55 ve 91,48 olarak saptandı. Keban Baraj Gölü'nde ise 1817 adet *D. spathaceum*, 737 adet *N. rutili* olmak üzere toplam 2846 adet parazit teşhis edilmiş olup parazitlerin yoğunluk, bolluk ve yaygınlıkları sırasıyla 54,80, 48,97 ve 89,36 olarak belirlendi.

Anahtar kelimeler: Dicle Nehri, Keban Baraj Gölü, parazit, endohelminth, *Diplostomum spathaceum*, *Neoechynorhynchus rutili*

INTRODUCTION

Industrial and agricultural activities produce a range of chemical and physical agents that are constantly damaging the natural environment (Barim et al., 2009; Barim and Karatepe, 2010). One of the most significant challenges in aquaculture is reported to be parasitic diseases, which are often difficult to

¹  Corresponding author, sibeldogan@firat.edu.tr; Faculty of Fisheries, Fırat University, Elazığ, Türkiye

²  mdorucu@firat.edu.tr; Faculty of Fisheries, Fırat University, Elazığ, Türkiye

detect or recognize in natural environments, together with the direct effects of parasites exert on host organisms (Öztürk, 2000).

It is well known that parasitism in host organisms can lead to reduced productivity, reduced resistance, and even mortality. Therefore, studies aimed at identifying the parasite fauna of fish in natural environments are of great importance for the implementation of effective control and conservation measures. (Oğuz et al., 1996).

Like all living organisms, fish are subject to various harmful effects from their parasites. These effects can be categorized as depletive and exploitative effects, mechanical and functional effects, toxic effects, influences on host nutrition, and the impairment due to parasites attachment to fish gill lamellae (Ekingen, 1983; Doğan Barata and Önalán, 2022a).

Through these various effects, parasites can sometimes lead to fish mortality; in cases where hosts survive, the pathological effects caused by parasites result in significant economic losses. Parasitic infections in fish also increase susceptibility to bacterial, viral, and fungal diseases, and facilitate the spread of these infections among fish populations (Öge, 1999, 2005).

As fish occupy the upper levels of the aquatic food pyramid, they are constantly exposed to parasite infestations. While a small number of parasites in fish may be negligible, high parasite loads can lead to significant problems. The larval stages of Diplostomid parasites are important pathogens that can severely impact both wild and aquacultured fish populations (Chibwana et al., 2013; Lebedeva et al., 2021; Doğan Barata and Önalán, 2022b).

Diplostomum species induce cataracts in fish in natural environments, which significantly affect fish welfare. Studies have shown that cataracts caused by Diplostomum species result in reduced nutrient intake, reduced growth rates (Bjerkas et al., 1996; Crowden and Broom, 1980; Ersdal et al., 2001; Savino et al., 1993), and increased mortality rates (Lester, 1977; Menzies et al., 2002) (Doğan Barata et al., 2022). Fish affected by cataracts show weakened escape responses and are more easily captured than those with healthy vision (Brassard et al., 1982; Seppälä et al., 2011). Consequently, cataracts have been associated with increased economic losses in the fishing industry (Menzies et al., 2002; Doğan Barata et al., 2023).

Acanthocephalans, commonly referred to as 'spiny' or 'thorny-headed' worms, have long been recognized as parasites of both freshwater and marine fish, in natural ecosystems and in aquaculture settings (Nickol, 2009). However, these parasites are primarily documented as incidental findings during routine necropsies, with morphological identification by fish pathologists typically not extending to the species level. In ecologically stable and well-balanced environments, the impact of these parasites on fish populations is generally minimal. Conversely, in environments where fish are stressed by various factors, or where non-native species (including fish, parasites, or intermediate hosts) have been introduced, the delicate balance between parasites and fish populations may be significantly disturbed (Emde et al., 2012; Lewisch et al., 2020). Mature *N. rutili* parasites inhabit the intestines of fish species such as carp, trout, mullet, and black fish (Barata and Dörücü, 2014).

The aim of this study is to identify the parasites found in *A. marmid*, *C. trutta*, and *C. umbla* fish in the Dicle River and Keban Dam Lake, and to determine their prevalence, intensity, and abundance. In addition, the study aims to analyze the relationship between parasite infestation and fish weight and length through correlation analysis.

MATERIALS and METHODS

The study was conducted in October 2021 on *A. marmid*, *C. trutta*, and *C. umbla* fish, collected dead from fishermen in the Dicle River and Keban Dam Lake. A total of 94 fish were used, including 17 *Capoeta trutta*, 20 *Capoeta umbla*, and 10 *Acanthobrama marmid* from each region. Total length and weight of the fish were measured and recorded. Necropsy was performed according to Arda et al. (2005).

The eyes of the fish were removed using forceps and a scalpel and placed into petri dishes containing 0.9% saline solution. The lenses of the eyes were examined under a stereomicroscope, counted with a pipette, and transferred to another petri dish containing saline solution. The body cavity and internal organs were first examined macroscopically. The sex of each fish was determined during the autopsy, and internal organs were placed into petri dishes for parasite examination under a stereomicroscope. The heart, swim bladder, and gall bladder were crushed with a dissecting needle, while the liver was examined by pressing small pieces between microscope slides and coverslips.

The intestines were opened with dissecting scissors to release their contents to be released. Parasites identified in the intestines were placed into separate petri dishes containing 0.9% saline solution. The parasites were cleaned with a brush and counted, then transferred to separate petri dishes containing 0.9% saline solution. Finally, the parasites were preserved in Eppendorf tubes containing 70% ethanol.

Parasite identification was carried out according to Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964), Hoffman (1967), Kennedy (1974), Ekingen (1983), and Williams and Jones (1994). The formulae provided by Bush et al. (1997) were used to calculate the mean intensity, prevalence, and mean abundance values of the parasites:

- Mean intensity = Total number of parasites / Number of infected fish
- Prevalence = (Number of infected fish / Total number of fish) x 100
- Mean abundance = Total number of parasites / Total number of fish

The relationship between number of parasites and the length and weight of the fish was analyzed using simple correlation analysis.

RESULTS and DISCUSSION

The study conducted in October 2021, examined a total of 94 fish including 10 *A. marmid*, 17 *C. trutta*, and 20 *C. umbla* collected dead from fishermen in the Dicle River and Keban Dam Lake, were examined, and two parasite species, *D. spathaceum* and *N. rutili*, were identified.

The research revealed that 43 out of 47 fish examined from the Dicle River were infected, with a total parasite count of 2,846; in the Keban Dam Lake, 42 out of 47 fish were infected, with a total parasite count of 2,302. The intensity, abundance, and prevalence of parasites in the Dicle River were determined to be 66.18, 60.55, and 91.48, respectively, while in the Keban Dam Lake, these values were 54.80, 48.97, and 89.36, respectively. In addition, the total number of parasites was recorded as 2,846 in the Dicle River and 2,302 in the Keban Dam Lake (Table 1).

Table 1. Total number of fish examined and infection levels by region.

Regions	Total Fish Count	Non-infected	Infected	Parasite Count	Intensity	Abundance	Prevalence (%)
Dicle River	47	4	43	2846	66.18	60.55	91.48
Keban Dam Lake	47	5	42	2302	54.80	48.97	89.36

In all three fish species examined from the Dicle River and Keban Dam Lake, *D. spathaceum* was identified in the ocular fluid. Among the three species, *D. spathaceum* was most abundant in *C. trutta* from the Dicle River, with the highest number of 881 parasites. In the Keban Dam Lake, *C. trutta* also had the highest number of parasites with 813 parasites identified. Thus, *D. spathaceum* was determined to be the dominant parasite species in both regions. The *N. rutili* parasite species was most frequently observed in *C. umbla* from the Dicle River, with a maximum number of 534 parasites. However, *N. rutili* was not found in *A. marmid* in either region. In addition, a comparison between the two regions revealed a higher number of parasites in the Dicle River (Table 2).

Table 2. Distribution of parasite species in fish by region.

Regions	Parasite Species	Fish species			Total
		<i>A. marmid</i>	<i>C. trutta</i>	<i>C. umbla</i>	
Dicle River	<i>D. spathaceum.</i>	449	881	779	2109
	<i>N. rutili</i>	0	203	534	737
Keban Dam Lake	<i>D. spathaceum.</i>	361	813	643	1817
	<i>N. rutili</i>	0	208	277	485

The average weights and lengths of the fish were calculated as follows: *A. marmid* had an average weight of 169.8 g and an average length of 25.6 cm; *C. trutta* had an average weight of 195.7 g and an average length of 26.3 cm; and *C. umbla* had an average weight of 230.5 g and an average length of 28.4 cm (Table 3).

Table 3. Average weight and length of the examined fish.

Fis species	Average weight (g)	Average length (cm)
<i>A. marmid</i>	169.8	25.6
<i>C. trutta</i>	195.7	26.3
<i>C. umbla</i>	230.5	28.4

The correlation coefficients based on fish weight were calculated as follows: In the Dicle River, *A. marmid* had a coefficient of 0.46; *C. trutta* had 0.63, and *C. umbla* had 0.82. In the Keban Dam Lake, *A. marmid* had a coefficient of 0.76, *C. trutta* had 0.74, and *C. umbla* had 0.52 (Table 4).

Table 4. The relationship between fish weight and parasitism.

Regions	Fish species	Correlation coefficient (r)
Dicle River	<i>A. marmid</i>	0.46
	<i>C. trutta</i>	0.91
	<i>C. umbla</i>	0.82
Keban Dam Lake	<i>A. marmid</i>	0.76
	<i>C. trutta</i>	0.74
	<i>C. umbla</i>	0.52

The correlation coefficients based on fish length were calculated as follows: In the Dicle River, *A. marmid* had a coefficient of 0.63, *C. trutta* had 0.72, and *C. umbla* had 0.82. In the Keban Dam Lake *A. marmid* had a coefficient of 0.70, *C. trutta* had 0.72, and *C. umbla* had 0.55 (Table 5). When these data were examined, it was found that as the fish weight and length of the fish increased, so did number of parasites. In other words, we can say that the fish size was directly proportional to the level of parasitism.

Table 5. The relationship between fish length and parasitism.

Regions	Fish species	Correlation coefficient (r)
Dicle River	<i>A. marmid</i>	0.63
	<i>C. trutta</i>	0.72
	<i>C. umbla</i>	0.82
Keban Dam Lake	<i>A. marmid</i>	0.70
	<i>C. trutta</i>	0.72
	<i>C. umbla</i>	0.55

In our study, it was observed that more than 50% of the male fish were infected, whereas this rate was found to be around 30% in female fish. In other words, male fish were found to be more infected than female fish (Figure 1).

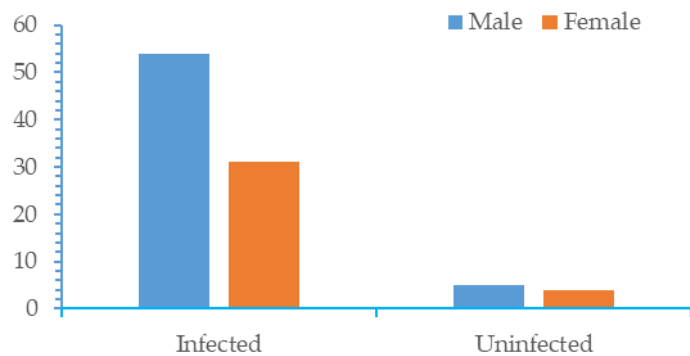


Figure 1. Infection status of the examined fish according to gender.

The results of this study indicate that *D. spathaceum* is a common and dominant parasite species in the three fish species studied. Similarly, in a study conducted by Karatoy and Soylu (2006) on carp species in Lake Terkos, the infestation rate of *Diplostomum* sp. was found to be 92.5%, and they identified *Diplostomum* sp. as the dominant parasite. In a study by Uzunay and Soylu (2006), *Diplostomum* sp was found in 12.5% of *Cyprinus carpio* and 46.6% of *Carassius carassius*. Selver (2008), in his study on the helminth fauna of various fish species caught in Kocadere Stream, reported that the most dominant parasite among the identified species was *D. spathaceum* metacercaria, with a prevalence of 69%. Soylu (1989), in his study on different fish species in Lake Sapanca, found *D. spathaceum* in *Barbus plebejus* with an infestation rate of 58%. In a study by Dörücü et al. (2002) on the occurrence and effects of *D. spathaceum* in the eyes of *Barbus barbus* in Keban Reservoir, an infestation rate of 78% was found in 100 fish examined. In addition, Dörücü and İspir (2005) reported that *Diplostomum* sp was widespread, with a total of 209 cases found in fish species from Keban Reservoir.

In a study conducted by Barata and Dörücü (2014) on four fish species from Karakaya Reservoir, *Diplostomum* sp was identified as the dominant parasite species. Kavak and Şeker (2017), in their study on five fish species from the Pertek region of Keban Reservoir, reported *Diplostomum* sp as the dominant species with a prevalence of 74.97%. Similarly, Aktürk et al. (2020), in their study on Çemişgezek region of Keban Reservoir, found *Diplostomum* sp as the most dominant parasite species with a prevalence of 73.33% and a density of 8.97 in four fish species.

In our study, *N. rutili* was diagnosed in the intestines of the fish species *C. trutta* and *C. umbla*. In their study on *C. trutta*, Sağlam and Sarıeyyüpoğlu (2002) reported that 14 out of 37 fish from the Koçkale

region of the Keban Reservoir, where Elazığ wastewater is discharged, were infected with *N. rutili*. They found that the prevalence to be 2.70%, with a density of 14 and a mean abundance of 38%. In a study by Dörücü et al. (2008) on internal parasites of fish species from Keban Reservoir, they found that 5 out of 7 *Capoeta trutta* were infected with *N. rutili*, with a prevalence of 71.43%, a mean intensity of 36.8, and an abundance of 26.3. İspir and Özcan (2023) reported that the mean weight and length of *C. trutta* specimens collected from Keban Dam were 213 ± 25 g and 24.4 ± 3.2 cm, respectively. Of the 24 *C. trutta* specimens examined, 13 (54.16%) were found to be infected with *N. rutili*, with a total of 371 parasites recovered from the infected fish. In a larger sample of 44 *C. trutta*, 13 were identified as infected, with a total of 371 parasite. The mean intensity was recorded as 28.54, the prevalence as 54.16%, and the mean abundance as 15.46.

In a study by Aslan (2009) on the endohelminths of certain fish species caught from the Murat River in Ağrı Province and the Aras River in Erzurum Province *N. rutili* was found in *Capoeta capoeta* caught from the Aras River, with a prevalence of 58%, an mean intensity of 2.2, and a mean abundance of 1.3. In Tepe's (2011) study on the endohelminth fauna of economically important teleost fish species caught from the coasts of Trabzon, Rize, and Artvin, 5 out of 50 *Mugil auratus* were infected with *N. agilis* with a total of 23 parasites observed.

In their study on the ecology of endoparasitic helminth infections in *Salmo trutta* and *Oncorhynchus mykiss* in Scotland, Dörücü et al. (1995) examined 245 *Salmo trutta* and reported the presence of 118 *N. rutili*. Dörücü and İspir (2005), in their study on internal parasitic diseases in fish species from Keban Reservoir, examined 170 fish from 9 species and found a total of 218 *N. rutili*. In a study conducted by Kavak and Şeker (2017) conducted in Keban Reservoir, the overall prevalence of *N. rutili* was reported to be 17.30%, with a prevalence of 69.44% in *C. trutta*. Furthermore, in a study by Aktürk et al. (2020) in the Çemişgezek region of Keban Reservoir, the prevalence of *N. rutili* was reported as 40.95%, with a density of 7.11. Özcan et al. (2019) conducted a study on 1113 samples collected from Menzelet Dam Lake, including 36 *Cyprinus carpio*, 449 *Barbus rajanorum*, 60 *Alburnus* sp., 78 *Capoeta angorae*, 332 *Capoeta barroisi*, 150 *Luciobarbus pectoralis*, and 8 *Leuciscus cephalus*. Among the parasitic species identified, *Neoechinorhynchus rutili* was the most abundant, with a total of 14575 individuals recorded. Özcan and Bozdoğan (2020) examined 267 *Capoeta barroisi*, 1 *Cyprinus carpio*, and 2 *Barbus rajanorum* specimens collected from Menzelet Dam Lake and reported a total of 12533 *Neoechinorhynchus rutili* parasites in their intestines.

N. rutili parasites weren't found in *A. marmid* fish. This may be due to the small size of the fish and their inability to feed on *Asellus aquaticus*, the intermediate host of *N. rutili*. The higher parasite density observed in fish from the Dicle River compared to those from the Keban Reservoir may be due to the higher pollution levels and the mixing of sewage effluents in the river.

Ethical Statement

Since the fish used in the study were obtained dead from fishermen, an Ethics Committee approval is not required.

REFERENCES

- Aktürk, B., Şeker, E., & Pala, A. (2020). Keban Baraj Gölü Çemişgezek bölgesinde (4. Bölge) avcılığı yapılan bazı balıklarda endohelminthlerin Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1133-1138.

- Arda, M., Seer, S., & Sarieyyüpoğlu, M. (2005). Balık Hastalıkları. *Medisan Yayın serisi*. 61, II. Baskı Ankara.
- Aslan, B. (2009). Ağrı ili Murat Nehri ile Erzurum ili Aras Nehri'nden yakalanan bazı balıkların endohelminlerinin araştırılması. (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Barata, S. D., Dörücü, M., Sağlam, N., Gürses, M., & Otlu, Önder. (2023). Molecular diversity of *Diplostomum spathaceum* (Digenea: Diplostomidae) on the *Capoeta umbla* and *Cyprinus carpio* (Cypriniformes) using mitochondrial DNA barcode. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(2), TRJFAS20576. <https://doi.org/10.4194/TRJFAS20576>
- Barata, S., & Dörücü, M. (2014). Karakaya Baraj Gölü Kömürhan bölgesinden yakalanan bazı balıklarda endohelminlerin araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 26(1), 59-68.
- Barim, O., Benzer, F., Erisir, M., & Dörücü, M. (2009). Oxidant and antioxidant status of tissues of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) from different stations in the Keban Dam Lake, *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 18(6), 948-954.
- Barim, O., & Karatepe, M. (2010). The Effects of pollution on the vitamins A, E, C, β -carotene contents and oxidative stress of the freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73, 138-142.
- Barata, S., & Dörücü, M., (2014). Karakaya Baraj Gölü Kömürhan Bölgesinden yakalanan bazı balıklarda endohelminlerin araştırılması. *Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi Fırat University Journal of Science*, 26(1), 59-68.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: revised at Margolis. *J. Parasitology*, 83(4), 575-583.
- Bykhouskaya-Poulovskaya, I. E. (1964). Key to parasites of freshwater fishes of the USSR I-II-III Israel program for scientific translation, Jerusalem.
- Chibwana, F. D., Blasco-Costa, I., Georgieva, S., Hosea, K. M., Nkwengulila, G., Scholz, T., & Kostadinova, A. (2013). A first insight into the barcodes for African diplostomids (Digenea: Diplostomidae): brain parasites in *Clarias gariepinus* (Siluriformes: Clariidae). *Infect Genet Evol*, 17, 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2013.03.037>
- Doğan Barata, S., & Önalın, Ş., (2022a). Investigation of the morphological characteristics of *Neoechinorhynchus rutili* parasites isolated from *Capoeta trutta*, and their lifestyle at different temperatures. *Ecological Life Sciences*, 17(3), 124-130. <https://doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.3.5A0171>
- Doğan Barata, S., & Önalın, Ş., (2022b). Effects of preservation conditions on DNA quality to be used in parasitic studies in fisheries. *Ecological Life Sciences*, 17(4):170-178. <https://doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.5A0176>
- Doğan Barata, S., Dörücü, M., & Gürses, M., (2022). Identification and molecular investigation of diplostomum in *Capoeta umbla* caught from freshwater sources. *Turkey Genetics of Aquatic Organisms* 6(2), GA454. <http://doi.org/10.4194/GA454>

- Dörücü, M., Dilsiz, N., & Grabbe, M. C. J. (2002). Keban Baraj Gölü (Elazığ, Türkiye)'nde bulunan *Acanthobrama marmid*'in gözlerinde bulunan *Diplostomum* sp. enfeksiyonunun bulunuşu ve Etkileri. *Turk J Vet Anim Sci*, 26, 239-24.
- Dörücü, M., Adams, C. E., Huntinford, F. A., & Crompton, D. W. T. (1995). How fish-helminth associations arise: an example from Arctic charr in Loch Rannoch. *Journal of Fish Biology*, 47, 1038-1043.
- Dörücü, M., & İspir Ü. (2005). Keban Baraj Göl'ünden avlanabilen balık türlerinde iç parazitler hastalıkların incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 400-404.
- Dörücü, M., Kan, N. İ., & Öztekin, Z. (2008). Keban Baraj Gölü'nden avlanan bazı balık türlerinde iç parazitlerin incelenmesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 484-488.
- Ekingen, G. (1983). Tatlı su balık parazitleri. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu F.Ü. Basımevi, Elazığ.
- Emde, S., Rueckert, S., Palm, H. W., & Klimpel, S. (2012) Invasive Ponto-Caspian amphipods and fish increase the distribution range of the acanthocephalan *Pomphorhynchus tere ticollis* in the River Rhine. *PLOS ONE* 7: e53218.
- Hoffman, G. L. (1967). Parasites of North American freshwater fishes. University of California Press, Berkely and Los Angeles.
- Ispir, Ü., & Özcan, M. (2023). *Neoechinorhynchus rutili* (Acanthocephala) from *Capoeta trutta* as a bioindicator for heavy metal pollution in the Keban Dam Lake. *Quest Journals Journal of Research in Agriculture and Animal Science*, 1012, 45-49.
- Karatoy, E., & Soylu, E. (2006). Durusu (Terkos) Gölü çapak balıkları (*Abramis brama* L.,1758)'nın metazoan parazitleri. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30(3), 233-238.
- Kavak, M., & Şeker, E. (2017). Keban Baraj Gölü Pertek bölgesinden avlanabilen balıklarda endohelminthlerin araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1), 33-40.
- Kennedy, C. R. (1974). A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. *Journal of Fish Biology*, 6, 613-644.
- Kewisch, E., Solymos, V., Waldnerı, K., Vloedt, L., Bakran-Lebl, K., El-Matbouli, M. ... Fuehrer, HP. (2020). Acanthocephalan parasites collected from Austrian fishes: molecular barcoding and pathological observations. *Diseases of Aquatic Organisms* 139, 103-111. <https://doi.org/10.3354/dao03471>
- Lebedeva, D. I., Chrisanfova, G. G., Ieshko, E. P., Guliaev, A. S., Yakovleva, G. A., Mendsaikhan, B. ... Semyenova, S. K. (2021). Morphological and molecular differentiation of *Diplostomum* spp. metacercariae from brain of minnows (*Phoxinus phoxinus* L.) in four populations of northern Europe and East Asia. *Infection, Genetics and Evolution*, 92, 104911.
- Menzies, F. D., Crockford, T., Breck, O., & Midtlyng, P. J. (2002). Estimation of direct costs associated with cataracts in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 22(1), 27-32.
- Nickol, B. B. (2009). Phylum Acanthocephala. In: Woo PTK (ed) Fish diseases and disorders, Vol 1. Protozoan and metazoan infections. CABI, Wallingford.

- Oğuz, M. C., Öztürk, M. O., Altunel, F. N., & Ay, Y. D. (1996). Uluabat (Apoloyont) Gölü'nde yakalanan sazan balıkları (*Cyprinus carpio* L.1758) üzerine parazitolojik bir araştırma. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 20(1), 97-103.
- Öge, H. (1999). Balık Tüketiminde Ekonomik ve Sağlık Yönünden Önemli Parazitler. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 23(4), 440-445.
- Öge, S. (2005). Balıkların paraziter hastalıklarında tedavi. Burgu, A. ve Karaer, Z. (Eds) veteriner hekimliğinde parazit hastalıklarında tedavi. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 19, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Özcan, M., Yasemin, Y., Donat E., Kılavuz D., & Meltem T., (2019). A research on endoparasitic fauna in fish species caught in Menzelet Dam Lake Kahramanmaraş (Turkey). *Middle East Journal of Science*, 5(1), 33-40. <https://doi.org/10.23884/mejs.2019.5.1.04>
- Özcan, M., & Bozdoğan, N. (2020). Molecular identification of *Neoechinorhynchus rutili* parasite diagnosed in some fish species caught in Menzelet dam lake in Kahramanmaraş province (Turkey). *Saudi journal of biological sciences*, 27(7), 1717-1721. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.047>
- Öztürk, M. O. (2000). Manyas (Kuş) gölü balıklarının helmint faunası. (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Sağlam, N., & Sarıeyyüpoğlu, M. (2002). *Capoeta trutta* balığında rastlanan *Neoechinorhynchus rutili* (Acanthocephala)'nin incelenmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 26, 329-331.
- Soylu, E. (1989). Sapanca Gölü'ndeki bazı balıkların parazit faunalarının belirlenmesi. (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı.
- Tepe, Y. (2011). Trabzon, Rize ve Artvin kıyılarından yakalanan bazı ekonomik öneme sahip teleost balıklarının endohelmint faunası. (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Uzunay, E., & Soylu, E. (2006). Sapanca Gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus,1758) ve karabalık (*Vimba vimba* Linnaeus, 1758)'ın metazoon parazitleri, *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30 (2), 141-150.
- Williams, H., and Jones, A. (1994). Parasitic Worm of Fish. Taylor—Francis – Ltd, London.

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

- Doğan, S., & Dörücü, M. (2024). Investigation of endohelminths in some fish species caught in the Dicle River and Keban Dam Lake. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, 7(2), 171-179. <https://doi.org/10.56728/dustad.1585970>

Defne ve Limon Esansiyel Yağlarıyla Hazırlanan Balık (*Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843) Köftelerinin +4°C'de Kimyasal ve Duyusal Özellikleri

Makale Türü

Geliş Tarihi

Kabul Tarihi

Araştırma

16 Kasım 2024

20 Aralık 2024

Nermin KARATON KUZGUN¹

Özet: Bu çalışmada, defne ve limon esansiyel yağları ilave edilen *Luciobarbus esocinus* eti ile üretimi yapılan balık köftelerinin soğuk muhafazada kimyasal ve duyusal kalitesi incelenmiştir. Üç farklı deneysel köfte 4±1°C'de muhafazaya alındı ve muhafaza günlerinde kimyasal (pH, TVB-N ve TBA) ve duyusal (Lezzet, koku ve renk) bakımından analizleri yapıldı. Köfte harcı oluşturulurken; Balık kıymasına galeta unu, kimyon, tuz, karabiber, yeni bahar, sarımsak tozu, tatlı toz kırmızı biber ve ayçiçek yağı ilave edilip deneysel kontrol grubu (K grubu) oluşturuldu. Balık kıymasına katkılarına ek olarak köfte içerisinde bulunan ayçiçek yağına defne esansiyel yağı (D) ve limon esansiyel yağı (L) eklenerek toplamda 3 deneysel grup oluşturuldu. Yapılan analizler neticesinde limon esansiyel yağının balık köftelerinin kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemesine karşın, defne esansiyel yağının da balık köftelerini duyusal yönden olumlu yönde etkilediği belirlendi. Tüm analizler neticesinde esansiyel yağ eklenmiş balık köftelerinin kimyasal analizler ve duyusal değerlendirmeler neticesinde değerlendirildiğinde 15. günün sonunda bozulma meydana geldiği belirlenmiş oldu.

Anahtar kelimeler: balık köftesi, duyusal kalite, kimyasal kalitesi, *Luciobarbus esocinus*

The Chemical and Sensory Properties at +4°C of Fish (*Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843) Balls Prepared with Bay and Lemon Essential Oils

Abstract: In this study, the chemical and sensorial quality of fish balls prepared with *Luciobarbus esocinus* meat supplemented with bay and lemon essential oils, was investigated during cold storage. Three different experimental balls were stored at 4±1°C and chemical (pH, TVB-N and TBA) and sensory (Flavor, odor and color) analyses were performed on the storage days. An experimental control group (group K) was formed during the preparation of the meatball mixture; breadcrumbs, cumin, salt, black pepper, allspice, garlic powder, sweet red pepper and sunflower oil added to the minced fish. In addition to their contribution to minced fish were added to bay essential oil (D) and lemon essential oil (L) of the sunflower oil in the meatballs and creating a total of 3 experimental groups. As a result of the analyses, while lemon oil had a positively effect on the chemical properties of the fish balls, bay oil was also found to have positive effect on the sensory properties of the fish balls. As a result of all the analyzes, it was determined that at the end of the 15th day when evaluated end of chemical analyzes and sensory evaluations of the fish balls with added essential oil had deteriorated.

Keywords: fish meatballs, sensorial quality, chemical quality, *Luciobarbus esocinus*

¹  nerminkaraton@munzur.edu.tr, Munzur Üniversitesi, Tunceli-Türkiye

GİRİŞ

Gıda maddeleri, taşıdıkları yüksek değerli proteinler esas alınmak üzere beslenmedeki önemlerine göre sıralanır. Beslenme fizyolojisi bakımından balık, et ve sütün yanında önemli bir hayvansal protein kaynağıdır. Balık eti dışardan alınması zorunlu esansiyel amino eşitleri dengeli ve yeterli miktarda içermektedir. Bu kadar yüksek besleyici değere sahip balık etinin bozulma süresini uzatabilmek için kullanılabilen çok sayıda muhafaza yöntemi mevcuttur (Öğretmen vd., 2010). Balık eti içerisine doğal gıda katkı maddeleri eklenerek raf ömürleri kimyasal katkılardan uzak bir şekilde uzatılabilmektedir (Angiş ve Oğuzhan, 2008; Karaton Kuzgun, 2019).

Ülkemiz baharatlar ve aromatik bitkiler açısından tarım da önemli bir yere sahiptirler. Ülkemiz coğrafi konumu, özellikleri, bitki türü zenginliği konusunda avantajlı olmasına karşın, kaynak açısından yeterli miktarda değerlendirememiştir. Bilim insanları Türkiye'deki bitkilerin tanımını, yetiştirilmesini ve bunlardan elde edilen yağların gıdalara etkisini, esansiyel özelliklerini, esansiyel yağ ilave edilerek uygulandığı balıklar üzerindeki etkisini araştırarak çalışmalar yapmışlardır (Tanker ve Tanker, 1991; Akgül, 2011; Karaton Kuzgun, 2014; İspir vd., 2022).

Esansiyel yağlar, pek çok isimlerle (ruh, esans yağı veya eter yağı vb.) halk arasında adlandırma yapılabilmektedir. Bu bitkisel yağlar, bitki kimyası açısından önemli komponentleri içerisinde bulundurur. Esansiyel yağlar, bitkilerin kök, yaprak, gövde, meyve, kabuk, çiçek gibi kısımlarından farklı metotlarla elde edilebilmektedir (İspir ve Özcan, 2021; Alagöz ve Özcan, 2024). Oda sıcaklığında sıvı halde olabilen ve bazen donabilen, kolay bir şekilde kristalleşebilen, genel olarak renksiz ve açık sarı renge sahip, uçucu, kuvvetli kokusu olan, yağ şeklindeki ürünlerdir. Açık ortamda bırakıldıklarında, oda ısısında dahi buharlaşabildikleri için "uçucu yağ" adını alabilmekte ve hoş kokulu olmaları sebebiyle "esansiyel yağ", eter gibi uçucu olduklarından "eterik yağ" gibi isimlerle anılabilmektedirler (Çalıkoğlu vd., 2006; Çelik ve Çelik, 2007). Geleneksel olarak farmakolojinin büyük oranı bu yağlardan oluşmaktadır. Genellikle sıcak ülkelerde, ılıman iklimli Akdeniz coğrafyasında bulunan ülkelerde pek çok aromatik bitki elde edilmektedir (Bakkali vd., 2008). Bu yağlar; bitkilerin su buharı destilasyonu ya da farklı tipteki ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilebilen hem hoş kokulu hem uçucu olan yağlardır (Kırıcı vd., 2024; İspir vd., 2024; Özcan vd., 2022). Araştırmanın materyali, ülkemizde sevilerek tüketilmekte olan cero'nun başlıca yayılma alanı Fırat ve Dicle nehirleridir. Eti nispeten lezzetli olduğu için özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi halkı tarafından sevilerek tüketilen ekonomik öneme sahip olan balıklar arasında yer alır (Geldiay ve Balık, 2007).

Bu çalışmada, defne ve limon esansiyel yağlarının Fırat turnası (*Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843) ile hazırlanan balık köftelerinin buzdolabı koşullarında (+4°C) kimyasal ve duyuşsal özelliklerini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada deneysel balık köftelerinin üretimi için, tatlı sularda bolca bulunan *Luciobarbus esocinus* türü balıklar kullanıldı. Balıkların boyu 40-68 cm uzunluğunda, 1,2-1,9 kg ağırlığındaki balıklar, avlanma sonrası taze olarak Elazığ ili balıkçılarından temin edildi. Soğuk ve hijyenik koşullarda Munzur Üniversitesi Pertek Meslek Yüksekokulu laboratuvarına getirilerek, aynı gün işleme alındı. Araştırmada balık köftelerinin üretiminde kullanılan defne ve limon esansiyel yağları Klasec® (Inc, Kalamazoo) firmasından temin edildi.

Balık Köftelerinin Hazırlanışı

Balık köftelerinin karışım miktarları Tablo 1’de sunulmuştur. *Luciobarbus esocinus* filetoları başı, derisi, iç organları, omurga ve kılçıklarından ayrıldıktan sonra bir mikser (TEFAL®) ile kıyma haline getirildi, bu balık kıyması sade ve esansiyel yağlar eklenen iki kısım olacak şekilde 3 gruba ayrıldı.

Tablo 1. Deneysel balık köftelerine eklenen karışım miktarları.

	K	D	L
Balık Eti	%86,000	%86,000	%86,000
Galet	%8,500	%8,500	%8,500
Tuz	%2,000	%2,000	%2,000
Karabiber	%0,410	%0,410	%0,410
Kimyon	%0,410	%0,410	%0,410
Yenibahar	%0,410	%0,410	%0,410
Toz kırmızıbiber	%0,410	%0,410	%0,410
Sarımsak tozu	%1,000	%1,000	%1,000
Ayçiçek yağı	%0,860	%0,859	%0,859
Defne		%0,001	
Limon			%0,001

Oluşturulan deneysel köfte grupları (K, D ve L) homojen bir hale alınca kadar yoğurmaya tabi tutuldu ve sonra tüm köfte örnekleri esansiyel yağ ile özdeşleşsin ve aromanın daha iyi karışması için 1 saat boyunca buzdolabında dinlenmeye alındı. Köfte karışımlarının 30±3g gelecek şekilde el ile şekil verilerek oluşturuldu. Elde edilen köfte örneklerine ait köfteler strafor tabaklara aktararak streç film yardımıyla paket yapıldı. Örnekler buzdolabı koşullarında 4±1°C’de muhafaza altına aldı. Çalışma 2 tekerrür ile gerçekleştirildi. Örnekler muhafazanın 0., 5., 10., ve 15. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite bakımından ölçüldü.

Kimyasal Analizler

pH Tayini

Numunelerin pH değerleri, pH metre (Hanna®) ile saptandı. Saf su ile sulandırılan örnekler (10 g /100 ml) 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandıktan sonra dijital pH metre ile ölçümü yapıldı (AOAC, 2002).

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Numunelerin Toplam uçucu bazik azot miktarları, su buharı distilasyon cihazı (Makro kjeldahl) yardımı ile gerçekleştirildi (Conell ve Shewan, 1979).

Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) Tayini

Tarladgis vd. (1960)’nin bildirdiği yöntemle göre yağların oksidasyonu ile oluşan malondialdehitlerin glacial asetik asitli ortamda 2-Tiyobarbitürik asit ile verdikleri kırmızı renk, 538 nm absorbans ile spektrofotometrede okundu ve bu değer 7,8 ile çarpılarak örneklerdeki TBA değeri hesaplandı.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz için köfte numuneleri kızgın ayçiçek yağında (180 °C) iki tarafı kahverengi oluncaya kadar yaklaşık 5 dk süre kızartıldı. Deneyimli 5 panelistin duyu kalite değerlendirmesi için sunuldu. Balık köftelerinin duyu kalitesinin tespitinde lezzet, koku ve renk özellikleri bakımından incelendi. Panelistler köfte örneklerini 1-9 puan arasındaki skalaya göre değerlendirmeye aldılar (Lawless ve Heyman, 2010).

İstatistiksel Analizler

Araştırmada, gruplar arasındaki farklılık ve muhafaza günleri arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi için IBM SPSS®22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar istatistik paket programı kullanıldı. İstatistiksel açıdan önemin belirlenmesi için ($p < 0,05$) varyans analizi (ANOVA) tercih edildi (Özdamar, 2001).

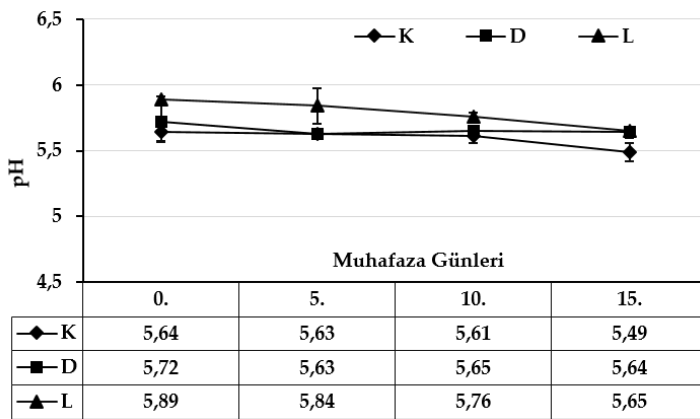
BULGULAR

Buzdolabı koşullarında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) muhafaza altına alınan deneysel köfte örnekleri, kimyasal (pH, TVB-N, TBA) analiz bakımından değerlendirmeleri yapıldı. 2 tekerrürlü gerçekleştirilen analizler, örneklerin muhafazasının belirli günlerinde (0., 5., 10. ve 15. günler) derin yağda kızartma duyusal yönden incelendi.

Kimyasal Analiz Değerleri

pH Değeri

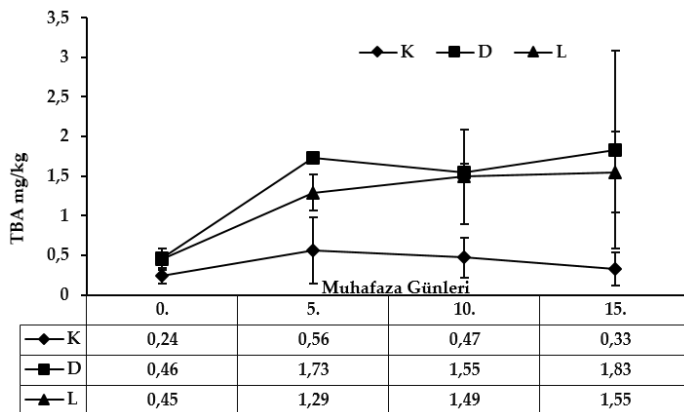
Deneysel köfte örneklerinin pH değerleri Şekil 1’de sunulmuştur. Esansiyel yağ ilave edilerek üç grup halinde hazırlanan köfte örneklerinin muhafazasının ilk gününde pH değeri $5,89 \pm 0,02$ - $5,64 \pm 0,07$ arasında belirlenirken, depolama boyunca düzenli azalmalar gösterip muhafazasının son gününde $5,49 \pm 0,07$ - $5,65 \pm 0,02$ aralığında belirlendi.



Şekil 1. Köfte örneklerinin pH değişimi.

TBA Değerleri

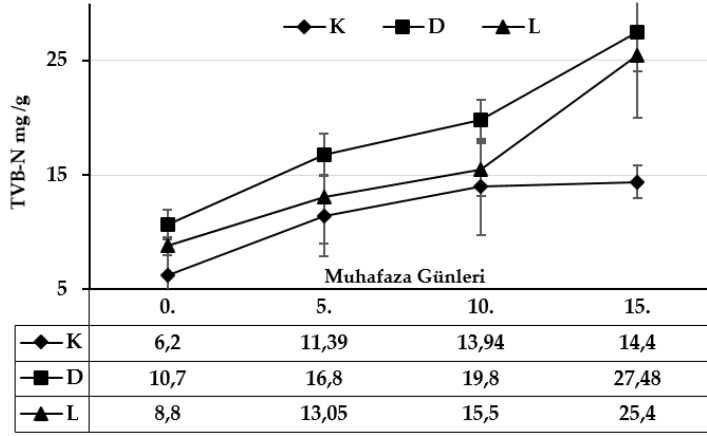
Deneysel örneklerin TBA sayısındaki değişiklikler, soğutulmuş koşullar altında farklı uçucu yağlar uygulanan balık köftelerine yapılan TBA analizleri neticesinde Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Köfte örneklerinin TBA sayısı değişimi.

TVB-N Değeri

Hazırlanan balık köftesi örneklerinin depolama başlangıcında (Şekil 3) TVB-N sayısının $6,20 \pm 1,80$ - $10,70 \pm 1,30$ mg/g arasında olduğu belirlendi.



Şekil 3. Örneklerin TVB-N miktarlarındaki değişim.

Duyusal Analiz Değerleri

Lezzet Değerleri

Tablo 2'de gösterilen lezzet değerleri incelendiğinde K, D ve L gruplarında sırasıyla depolama başlangıcında $8,40 \pm 0,49$, $8,80 \pm 0,40$ ve $9,00 \pm 0,00$ puan aldıkları belirlendi.

Tablo 2. Köfte örneklerindeki lezzet değerleri.

Grup	0.	5.	10.	15.
K	$8,40 \pm 0,49^{ax}$	$7,00 \pm 0,63^{ay}$	$5,40 \pm 1,02^{az}$	$3,80 \pm 1,16^{aq}$
D	$9,00 \pm 0,00^{bx}$	$8,60 \pm 0,49^{by}$	$6,80 \pm 1,47^{bz}$	$5,40 \pm 0,49^{bq}$
L	$8,80 \pm 0,40^{abx}$	$7,60 \pm 1,20^{aby}$	$7,60 \pm 0,49^{abz}$	$5,60 \pm 0,49^{abq}$

a, b, c: Gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Dikey değişimler)

x, y, z, q: Günler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Yatay değişimler)

K: Kontrol, D: Defne, L: Limon.

Koku Değerleri

Defne ve limon esansiyel yağı ilave edilerek hazırlanan köfte örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazanın başından sonuna kadar koku değişimi ile ilgili duyuşal değerlendirme sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Köfte örneklerindeki koku değerleri.

Grup	0.	5.	10.	15.
K	$8,20 \pm 0,40^a$	$6,80 \pm 0,75^a$	$5,60 \pm 0,80^a$	$3,40 \pm 0,48^a$
D	$9,00 \pm 0,00^b$	$8,60 \pm 0,49^b$	$7,60 \pm 0,49^b$	$5,40 \pm 0,49^b$
L	$8,80 \pm 0,40^b$	$8,20 \pm 0,98^b$	$6,60 \pm 1,36^b$	$5,20 \pm 0,75^b$

a, b: Gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Dikey değişimler)

K: Kontrol, D: Defne, L: Limon.

Renk Değerleri

Balık eti ile hazırlanan ve esansiyel yağlar ilave edilen köftelerin depolanması sırasında muhafazanın ilk gününden son gününe kadar renk parametreleri ile alakalı duyuşal analiz sonuçları Tablo 4'de sunuldu.

Tablo 4. Köfte örneklerindeki renk değerleri.

Grup	0.	5.	10.	15.
K	8,00±0,00 ^x	6,80±0,40 ^y	5,60±0,80 ^z	3,20±0,40 ^z
D	8,40±0,80 ^x	8,20±0,97 ^y	7,40±0,49 ^z	4,00±0,89 ^z
L	8,20±0,74 ^x	8,00±0,63 ^y	6,80±1,16 ^z	3,60±0,49 ^z

^{x,y,z}: Günler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Yatay değişimler)

K: Kontrol, D: Defne, L: Limon.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Taze balıkta pH tüketim sınırı 6,8 olarak belirlenmiş olup, pH değeri 7 ve üzeri olan balıklar bayat olarak kabul edilir (Demirci ve Oraklı, 1999). Deneysel köfte örneklerinin pH değerleri Şekil 1’de sunulmuştur. Esansiyel yağ ilave edilerek üç grup halinde hazırlanan köfte örneklerinin muhafazasının ilk gününde pH değeri 5,89±0,02-5,64±0,07 arasında belirlenirken, depolama boyunca düzenli azalmalar gösterip muhafazasının son gününde 5,49±0,07-5,65±0,02 aralığında belirlendi. Her bir grupta pH değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların ($p>0,05$) olduğu görüldü. Depolama boyunca pH sayısı muhafaza günleri bakımından istatistiki açıdan anlamlı etkilerin olduğu belirlendi ($p<0,05$). Karaton Kuzgun (2023), yaptığı çalışmada; depolama sırasında defne yağının muhafaza süresinde artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir Taşkaya vd. (2003) alabalık ile hazırladığı burgerlerin 4°C’de pH değerinin 5,61-7,03; Akkuş vd. (2004), hamsiden elde ettiği köftelerin pH değerini 6,3-7,7 olarak belirlemişlerdir. Mevcut araştırmadan elde ettiğimiz bulgular, sunulan literatür verilerinde bazıları ile benzerlik göstermesine rağmen, farklılıkların da olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum kullanılan balık türü, köfte yapım aşamalarında farklı materyallerin eklenmesi ve paketlenme tekniklerinin farklı oluşu ile açıklanabilir.

Yağlardaki acılaştırmanın yani oksidasyonunun tespit edilmesinde başlıca bir parametre olan tiyobarbitirik asit değeri taze materyallerde 3 mg/kg’den az olmalıdır. İyi materyalde ise 5 mg/kg’dan fazla olmamalıdır, tüketilebilir sınır için ise 7 mg/kg’ı geçmemelidir (Varlık vd., 2007). Deneysel örneklerin TBA sayısındaki değişiklikler, soğutulmuş koşullar altında farklı uçucu yağlar uygulanan balık köftelerine yapılan TBA analizleri neticesinde Şekil 2’de sunulmuştur. Örneklerin TBA sayısındaki değişimler buzdolabı koşullarında depo başlangıcında en yüksek 0,46±0,12 mg/kg ile defne yağı ekli grupta belirlenmişken, en düşük ise 0,24±0,10 mg/kg ile Kontrol grubunda gözlemlendi. Muhafaza periyodu boyunca tüm gruplarda TBA düzeyleri düzenli olarak artış gösterdi ve incelenen örneklerin depolama sırasında TBA sayısında günler arası farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$) ve deneysel köfte örneklerinin grupları arasında TBA sayı değerleri bakımından anlamlı farklılıkların anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Yapılan pek çok araştırmaya göre esansiyel yağların ürüne uygulanması ile TBA aktivitesinde yavaşlama meydana getirdiği gözlemlenmiştir (Özyılmaz 2007; Karaton Kuzgun ve Gürel İnanlı 2018; Karaton Kuzgun, 2023). Bu ifade bizim sonuçlarımızla tutarlıdır. Gürel İnanlı vd. (2006), yapmış oldukları çalışmada *Luciobarbus esocinus* eti ile balık kroket yapmışlar TBA miktarını 0,70-3,73 mg/kg olarak belirlemiş olup muhafaza sonunda elde edilen değer bizim bulgularımızdan yüksektir. Burada meydana gelen yüksekliğin nedeni, balık kroket için eklenen karışımlar balığın avlama sezonu, balığın yaşı gibi etmenlerden dolayı kaynaklanmış olabilir.

Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N), sıklıkla protein ve amin bozulmasının biyo-belirteci olarak kullanılır. TVB-N depolamayla artmaktadır ve balıklarda TVB-N miktarının tazelik limitleri bulunmaktadır (Bekhit vd., 2021). Araştırmacılara göre kabul edilebilir TVB-N seviyesi 35-40 mg/g’dır (Huss, 1995), 32-36 mg/g (Varlık vd., 1993) ve 35 mg/g (Pastoriza vd., 1996).

Hazırlanan balık köftesi örneklerinin depolama başlangıcında (Şekil 5) TVB-N sayısının $6,20\pm 1,80-10,70\pm 1,30$ mg/g arasında olduğu belirlendi. Depolama esnasında deneysel örneklerde meydana gelen TVB-N artışı istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edildi ($p<0,05$) ve ayrıca gruplar arasında TVB-N sayısı bakımından anlamlı bir farklılıkların olduğu bulundu ($p<0,05$). Özpolat (2022), balık köftelerine sıvı tütsü uygulayarak yaptığı çalışmasında vakum paket yapmadığı köftelerin TVB-N değeri 14. günde yükselme göstermiştir. Bu bulgular bizim değerlerimizle benzerdir. Yapmış oldukları köfte çalışmasında Özpolat ve Emir Çoban (2013), iki farklı balık türü ile köfte oluşturmuşlar ve muhafaza sonunda TVB-N değerlerini $24,77\pm 0,77-23,4\pm 0,79$ mg/g aralığında belirlemişlerdir. Bu değerler bizim değerlerimize benzerdir. Gürel İnanlı vd. (2006), yapmış oldukları çalışmada *Luciobarbus esocinus* eti ile balık kroket yapmışlar ve duyuşal olarak 21. günde bozulduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca TVB-N miktarı $6,16-28,16$ mg/g olarak belirlenmiş olup elde edilen değerler bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Tablo 2’de gösterilen lezzet değerleri incelendiğinde K, D ve L gruplarında sırasıyla depolama başlangıcında $8,40\pm 0,49$, $8,80\pm 0,40$ ve $9,00\pm 0,00$ puan aldıkları belirlendi. Depolamanın 15. gününe kadar lezzet puanlarında azalmalar gözlemlenerek K grubunda $3,80\pm 1,16$, D grubunda $5,40\pm 0,49$, L grubunda ise $5,60\pm 0,49$ puan aldıkları belirlendi. İncelenen örneklerin depolama sırasındaki lezzet değerleri incelendiğinde günler arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların ($p<0,05$) olduğu bulunmuştur. Deneysel köfte örneklerinde depolama sırasında gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit belirlenmiştir ($p<0,05$). Özpolat ve Emir Çoban (2013), yaptıkları çalışmada hazırladıkları köftenin lezzet kalitesinin $+4^{\circ}\text{C}$ ’de düzenli azalmalar göstermesiyle bizim muhafaza günümüz ile benzer günlerde bozulma gerçekleşmiştir.

Defne ve limon esansiyel yağı ilave edilerek hazırlanan köfte örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazanın başından sonuna kadar koku değişimi ile ilgili duyuşal değerlendirme sonuçları Tablo 3’de sunulmuştur. Deneysel köfte örneklerinin buzdolabı şartlarında saklanması esnasında muhafaza süresi boyunca duyuşal koku değerleri düzenli azalışlar göstermiştir. Saklanma koşulları esnasında muhafaza başında örneklerin koku değerleri K, D ve L grubunda eş değer ($p>0,05$) bulundu. Saklanma süresinin artması ile bütün köftelerin duyuşal koku değerlerinde anlamlı farklılıkların ($p<0,05$) olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber saklanmanın bittiği günler dikkate alındığında en az koku puanı panelistler tarafından $3,40\pm 0,48$ ile Kontrol grubunda (15. günde), en yüksek koku değeri ise $5,40\pm 0,49$ ile D grubunda (15. günde) olduğu belirlendi. Bizim bulgularımız Karaton Kuzgun (2023)’un yaptığı çalışmadaki bulgularla örtüşmektedir. Ürünlerin muhafaza sürelerine bağlı olarak duyuşal kalitede oluşan kötüleşme Ersoy ve Yılmaz (2003)’ın ve Öksüztepe vd. (2010)’nin yaptıkları çalışmadaki bulgular ile örtüşmektedir.

Balık eti ile hazırlanan ve esansiyel yağlar ilave edilen köftelerin depolanması sırasında muhafazanın ilk gününden son gününe kadar renk parametreleri ile alakalı duyuşal analiz sonuçları Tablo 4’de sunuldu. Deneysel örneklerin buzdolabı koşullarında muhafazası esnasında renk puanı 0. günde ($8,40\pm 0,80$) D grubunda, en az renk puanı ise 15. günde ($3,20\pm 0,40$) K grubunda belirlendi. Köfte örneklerinin duyuşal değerlendirme sonucu aldığı renk puanı tüm deneysel köfte gruplarında benzerlik gösterdi ($p>0,05$) ve saklanma süresinin artması ile bütün örneklerin duyuşal renk puanlarında ($p<0,05$) anlamlı azalmalar görüldü. Bu bilgiler neticesinde köfte yapımında balık eti kullanımının tüketiciler tarafından kabul edilebilirlik kriterlerinden biri olan aroma kalitesini artırabileceği ve esansiyel yağların da bu seçeneği olumlu yönde etkilediği ileri sürülebilir. Fernandez vd., (2005), yapmış oldukları çalışmalarında isveç usulü dana köftesine ekledikleri biberiye, limon ve portakal ekstraktları içerisinde limon olan gruba renk bakımından daha düşük puan vermişlerdir.

Bizim bulgularımıza göre de defne yağı muhafazanın ilk ve son günlerinde renk bakımından en yüksek puanları almıştır.

Bu çalışmanın verileri neticesinde elde edilen sonuçlar esansiyel yağların balık köftelerinin buzdolabı koşullarında kimyasal ve duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Elde edilen veriler sonucunda, defne ve limon esansiyel yağlarının balık köftesine ilavesi ile hazırlanan tüketime hazır gıdaların faydalı olabileceği düşünölmektedir. Ek olarak limon yağının balık köftelerinin kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemesine karşın, defne yağının da balık köftelerini duyuşsal yönden olumlu olarak belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akgöl, A. (2011). Erzurum'da yetişen aromatik bitkilerin uçucu yağ verimleri ile bazılarında ana uçucu bileşenlerin araştırılması, *Journal Faculty Agrifood*, 18, 1-4.
- Akkuş, Ö., Varlık, C., Erkan, N., & Mol, S. (2004). Çiğ ve haşlanmış balık etinden yapılmış köftelerin bazı kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 79-85.
- Alagöz, G., & Özcan, M. (2024). Medicinal effects of *Valeriana officinalis* extract on living organisms. (Eds. Ebubekir İzol, Mehmet Reşit Taysı & Muammer Kırıcı), *Recent Applications and Biological Activities in Aquaculture and Agriculture*. Nobel.
- Angiş, S., & Oğuzhan, P. (2008, Mayıs). Su ürünlerinde kullanılan katkı maddeleri, Türkiye 10. gıda kongresi, Erzurum.
- AOAC. (2002). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (17th ed.) association of official analytical chemists, Gaithersburg, Maryland.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils-a review. *Food and Chemis Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Bekhit, A. A., Holman, B., Giteru, S., & Hopkins, D. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.006>
- Conell, j. j., & Shewan, J. M. (1979). Past, present and future fish science. *Advances in the fish science and technology*. Fishing News Books Ltd.
- Çalikoğlu, E., Kıralan, M., & Bayrak, A, (2006, Mayıs). Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye'deki durumuna genel bir bakış. Türkiye 9. gıda kongresi, Bolu.
- Çelik, E., & Çelik, G. Y. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.
- Demirci, M., & Orak, H. H. (1999). Farklı soğutma ortamları ve -12 °C'de depolanan istavrit balığında (*Trachurus trachurus*) meydana gelen kalite değişimleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 143-150.

- Emir Çoban, Ö., & Özpolat, E. (2013). The effects of different concentrations of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the shelf life of hot-smoked and vacuum-packed *Luciobarbus esocinus* fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37, 269-274.
- Ersoy, B., & Yılmaz, A. B. (2003). Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) köftesinin dondurularak muhafazası. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 827-832
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell L., Perez-Alvarez, J. A., & Kuri, V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*. 69(3), 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.08.004>
- Geldiay, R., & Balık, S., (2007). Türkiye tatlı su balıkları (5. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Özpolat, E., & Dartay, M. (2006). Bıyıklı balıktan (*Barbus esocinus* Heckel, 1843) yapılan balık kroketlerinin raf ömrünün belirlenmesi. *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*, 25/26 Nisan, 40-44.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Technical Paper, no. 348.
- İspir, Ü., Kırıcı, M., Özcan, M., & Kırıcı, M. (2024). Effect of dietary supplementation with olive leaf extract on growth performance, hematological parameters and resistance against *Yersinia ruckeri* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Hydrobiological Research*, 2(2), 21-29.
- İspir, Ü., & Özcan, M. (2021). Effect of apricot kernel oil on serum response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(1), 258-262. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i1.258-262.4077>
- İspir, Ü., Özcan, M., & Şeker, E. (2022). Immunomodulation function of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) oil in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(1), 7-12.
- Karaton Kuzgun, N. (2014). Farklı esansiyel yağlar ve kitosan ile hazırlanan filmlerle ambalajlanmış *Luciobarbus esocinus* filetolarının 2±1 C'de raf ömrünün araştırılması. (Doktora tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı.
- Karaton Kuzgun, N. (2019). Effect of garlic (*Allium sativum* L.) essential oils on *Oncorhynchus mykiss* fillets during storage. *Progres in Nutrition*, 21(3), 709-714.
- Karaton Kuzgun, N. (2023). Defne yaprağı esansiyel yağının +4°C'de muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) filetolarının raf ömrü üzerine koruyucu etkisi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 9(1), 107-114. <https://doi.org/10.29132/ijpas.1191629>
- Karaton Kuzgun, N., & Gürel İnanlı, A. (2018). The investigation of the shelf life at 2 ± 1 °C of *Luciobarbus esocinus* fillets packaged with films prepared with the addition of different essential oils and chitosan. *Food Sci and Tech (Mysore)*, 55(7), 2692-2701.
- Kırıcı, M., İspir, Ü., & Özcan, M. (2024). The effect of *Coriandrum sativum* extract supplementation diets on lipid, carbohydrate and protein levels of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Hydrobiological Research*, 2(2), 30-34.

- Lawless, H., & Heyman, H. (2010). *Sensory evaluation of food, principles and practices* (2nd ed.). Springer.
- Öğretmen, Ö. Y., Tanker, U., & Öğretmen, N. (2010, Haziran). Su ürünleri işleme teknolojileri ve örnek bir su ürünleri işleme tesisine ait dondurulmuş hamsi iş akışı. I. Ulusal hamsi çalıştayı: sürdürülebilir balıkçılık, Trabzon-Türkiye.
- Öksüztepe, G., Emir Çoban, Ö., & Güran H. Ş. (2010). Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) yapılan köftelere etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 65-72.
- Özcan, M., İspir, Ü., & Şahin, A. (2022). Effects of dietary grape seed extract supplementation on some biochemical parameters of rainbow trout. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 623-628.
- Özdamar, K. (2001). SPSS ile biyoistatistik (4. Baskı). Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özpolat, E., (2022). The effect of vacuum packaging on fish balls prepared from *Capoeta trutta* with different concentrations of liquid smoke. *Food Sci. Technol, Campinas*, 42, e28722, <https://doi.org/10.1590/fst.28722>
- Özpolat, E., & Emir Çoban, Ö. (2012). The effect of different storage temperatures on the chemical qualities of fishballs prepared from *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) and *Capoeta umbla* (Heckel, 1843). *Ege J Fish Aqua Sci.*, 29(3), 127-131
- Özyılmaz, A. (2007). Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi. (Yüksek lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J. J., & Cabo, M. L. (1996). Effect of carbon dioxide atmosphere on microbial growth and quality of salmon slices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(3), 348-352. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199611\)72:3<348::AID-JSFA666>3.0.CO;2-O](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199611)72:3<348::AID-JSFA666>3.0.CO;2-O)
- Tanker, M., & Tanker, N. (1991). *Farmakognozi*. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, Jr. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in racid foods. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 37, 44-48.
- Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., & Kılınç, B. (2003). Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2), 147-154.
- Varlık, C., Mol, S., Baygar, T., & Tosun, Ş. Y. (2007). Su ürünleri işleme teknolojisinin temelleri. İstanbul Üniversitesi, Yayın No:4661, İstanbul.
- Varlık, C., Ugur, M., Gokoglu, N., & Gun, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri (No. 17), Gıda Teknolojisi Derneği, İstanbul.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

Karaton Kuzgun, N. (2024). Defne ve limon esansiyel yağlarıyla hazırlanan balık (*Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843) köftelerinin +4°C'de kimyasal ve duyuşal özellikleri. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 180-189 . <https://doi.org/10.56728/dustad.1586597>

A Bacterial Analysis of Some Fish Caught in the Bingöl Region of the Murat River

Article Type
Research

Received
19 November 2024

Accepted
2 December 2024


Hacı Bayram GÖKHAN¹
Ünal İSPİR²
Mikail ÖZCAN³
Engin ŞEKER⁴


Abstract: The present study investigated the bacteria present in the gills and intestines of three fish species (*Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* and *Cyprinion macrostomum*) obtained live from fishermen fishing in the Bingöl region of the Murat River. A total of 52 fish were sampled for analysis, with gill and intestinal tissues collected from each fish. Samples were diluted with Ringer's solution and cultured on Nutrient agar, Tryptic soy agar, Salmonella-Shigella agar, Baird-Parker agar, McConcey agar, GSP (*Aeromonas* and *Pseudomonas* selective) agar and Cytophaga agar. Bacterial identification was carried out using the application of straightforward and widely-utilised morphological analysis and biochemical tests within the field of microbiology. A total of 285 bacteria (117 from the gills and 168 from the intestines) belonging to 10 genera were isolated and identified. The most common bacterial species identified were *Aeromonas hydrophila* (12.63%), *Corynebacterium* sp. (1.05%), *Enterobacter aerogenes* (16.49%), *Escherichia coli* (35.40%), *Cytophaga/Flexibacter*. (4.21%), *Proteus vulgaris* (2.10%), *Salmonella* sp. (2.10%), *Streptococcus* sp. (8.77%), *Staphylococcus* sp. (14.22%) and *Vibrio* sp. (1.05%). It is very importance to carry out bacteriological examinations of fish living in all inland waters, as this provides valuable information on fish and human health, as well as offering information on water pollution through the bioindicator properties of bacteria.


Keywords: Murat River, fish, bacterial flora, gill, gut

Murat Nehrinin Bingöl Bölgesinde Yakalanan Bazı Balıkların Bakteriyel Analizleri

Özet: Bu çalışmada, Murat Nehrinin Bingöl bölgesinden avlanan balıkçılardan canlı olarak temin edilen 3 balık türünün (*Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* ve *Cyprinion macrostomum*) solungaç ve bağırsaklarında bulunan bakteriyeler incelendi. Elli iki balıktan solungaç ve bağırsak örneği alındı. Bu örnekler ringer çözeltisi ile dilue edilerek Nutrient agar, Triptik soy agar, Salmonella-Shigella agar, Baird-Parker agar, McConcey agar, GSP (*Aeromonas* ve *Pseudomonas* selektif) agar ve Cytophaga agar'a ekimler yapıldı. Bakteriyel identifikasyonunda basit ve yaygın olarak mikrobiyolojide kullanılan morfolojik analizler ve biyokimyasal testler ile gerçekleştirildi. Toplamda 10 cinse ait 285 bakteri (117 adet solungaç ve 168 adet bağırsak) izole ve identifiye edildi. Balıkların solungaç ve bağırsaklarında *Aeromonas hydrophila* (%12,63), *Corynebacterium* sp. (%1,05), *Enterobacter aerogenes*

¹  hbgokhan@gmail.com, Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Fisheries, Malatya, Türkiye

²  unal.ispir@ozal.edu.tr; Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Fisheries, Malatya, Türkiye

³  Corresponding author, mikailozcan@ksu.edu.tr; Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agriculture Faculty, Department of Animal Science, Kahramanmaraş, Türkiye

⁴  enginseker@munzur.edu.tr; Munzur University, Fisheries Faculty Tunceli, Türkiye

(%16,49), *Escherichia coli* (%35,40), *Cytophaga/Flexibacter* (%4,21), *Proteus vulgaris* (%2,10), *Salmonella* sp. (% 2,10), *Streptococcus* sp. (%8,77), *Staphylococcus* sp. (%14,22) ve *Vibrio* sp. (%1,05) türlerine rastlandı. Tüm iç sularımızda yaşayan balıklarda bakteriyolojik incelemelerin yapılması hem balık ve insan sağlığı ve hem de bakterilerin biyoindikatör özelliklerinden dolayı suyun kirliliği hakkında bilgi vermesi nedeniyle oldukça önemlidir.

Anahtar kelimeler: Murat Nehri, balık, bakteriyel flora, solungaç, bağırsak

INTRODUCTION

In addition to their use in daily activities, inland waters are employed extensively used in the agricultural, industrial, and energy sectors, and serve as habitats for a wide range of species (Anonymous, 1993). In parallel with the growth of the human population, two main strategies are been adopted to meet the increasing demand for: the opening up of more forest areas to agriculture and the use of more chemical fertilisers and pesticides on existing agricultural areas. The opening of forest areas to agriculture has been shown to cause irreversible changes in the climate and to disrupt natural fresh water cycles. In addition, increasing amounts of wastewater and chemicals used in industry and agriculture have been identified as contributing to the degradation of inland water quality (Grobler, 1989; Heath, 1995; Dörücü et al., 2023).

The severity of infection that pathogenic bacteria can cause in the aquatic environment and at higher trophic levels up to humans depends on the density of the bacteria, their adaptation to the environment, and the immune system of the infected organism (Golas et al., 2002; Doğan and Köprücü, 2023).

The development of aquaculture has resulted in bacterial fish diseases have become a major cause of economic loss (Munro, 1982; Doğan and Önalın, 2023). A significant number of pathogens are present at low concentrations in their natural environment. In general, environmental factors must also be effective for an active disease to occur in a population (Mungo and Hastings, 1993). However, the negative impact of environmental factors makes it difficult, if not impossible, to implement effective disease prevention and control measures (Şeker et al., 2006).

The bacterial flora of fish has been reported predominantly aerobic or facultatively anaerobic. These bacteria are psychrophilic, gram-negative rod-shaped bacteria of the genera *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga* and *Vibrio* (Cahill, 1990).

It has been proposed that the bacterial flora present in fish may serve as an indicator of the bacteriological status of water, thereby providing an insight into the extent of bacterial water pollution (Geldreich and Clarke, 1966; Apun et al., 1999). It is therefore important to study the bacterial flora in fish. The aim of this study was to determine the bacterial flora of the gills and intestines of various fish species caught in the vicinity of the Genç district of Bingöl province on the Murat River, and to evaluate them in terms of their potential impact on fish and the public health.

MATERIALS and METHODS

Study Area and Fish Samples

The study was carried out on three fish species: *Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* and *Cyprinion macrostomum*. The fish were caught from the vicinity of the Genç district of the Bingöl province (Figure 1) of the Murat River (Table 1). The fish were obtained from local fishermen between February and May 2013. They were transported to the laboratory under anaesthesia and then euthanised with a high dose of benzocaine. The whole body was then disinfected with 70% alcohol, and the gills and intestines were sampled for cultivation by making incisions in the operculum and abdominal region under sterile conditions for bacterial isolation.

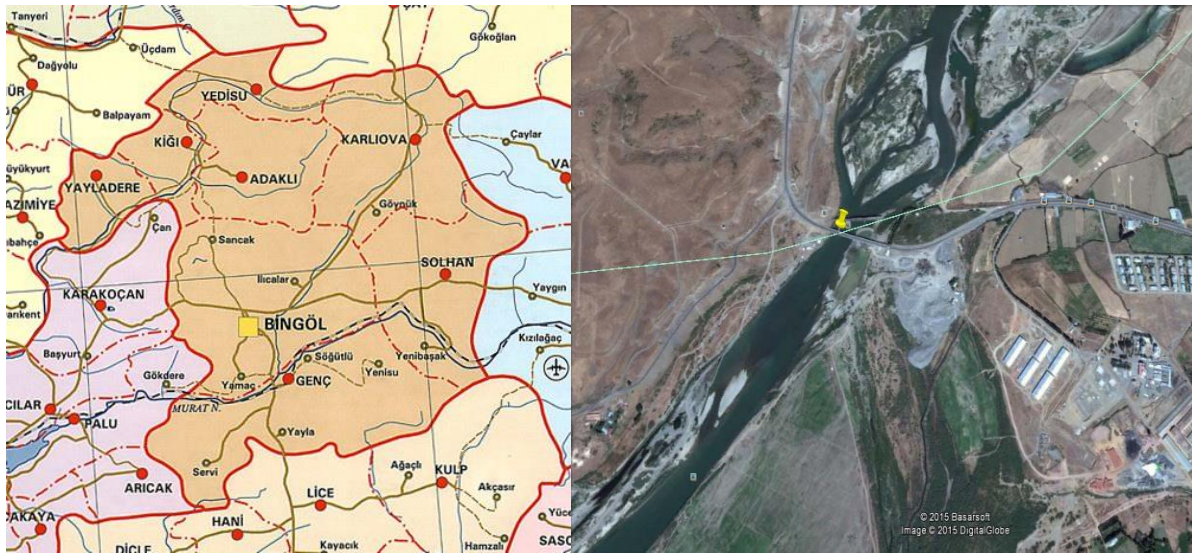


Figure 1. Study region.

Table 1. Fish species and numbers examined in the study.

Fish species	Number
<i>Chondrostoma regium</i>	11
<i>Capoeta trutta</i>	27
<i>Cyprinion macrostomum</i>	14
Total	52

Bacterial Examination

After euthanasia, samples were taken from the gills and intestines under sterile conditions and diluted with Ringer's solution. These samples were then cultured on a range of agar plates, including Nutrient, Tryptic Soy, Salmonella-Shigella, Baird-Parker, McConkey, GSP (Aeromonas and Pseudomonas selective) and Cytophaga agar plates. The Petri dishes were incubated at 25°C for a period of between 24 hours to five days. Individual colonies dropped from the main culture were then randomly selected and transferred to tryptic soy broth for enrichment. The purified strains were passaged back onto the agar on which they had been grown, and identification tests were performed using classical microbiological methods (Austin and Austin, 1993). Identification was carried out according to the methodology described in Bargey's Manual of Determinative Bacteriology (Holt et al., 1994).

RESULTS

A total of 285 bacteria were isolated and identified, comprising 117 from the gills and 168 from the intestines. Table 2 shows the number and species of bacteria obtained from both organs according to fish species. The isolated bacteria were found to belong to 10 different genera. The most common species identified in the gills and intestines were *Escherichia coli* (35.40%), *Staphylococcus* sp. (17.10%), *Enterobacter aerogenes* (16.49%) and *Aeromonas hydrophila*. (12.63%). The majority of *Escherichia coli* isolates were obtained from the gills and intestinal flora. The bacterial isolates from the intestine represented 41.05% of the total number of isolates, while the isolates from the gills represented 58.95% of the total number of isolates.

Table 2. Number and types of bacteria obtained from both organs according to fish species.

Bacteria species	Gill	Intestine	Total	Rate (%)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	17	19	36	12.63
<i>Corynebacterium</i> sp.	3	-	3	1.05
<i>Enterobacter aerogenes</i>	5	42	47	16.49
<i>Escherichia coli</i>	40	61	101	35.40
<i>Cytophaga/Flexibacter</i>	4	8	12	4.21
<i>Proteus vulgaris</i>	2	4	6	2.10
<i>Salmonella</i> sp.	-	6	6	2.10
<i>Staphylococcus</i> sp.	30	19	49	17.10
<i>Streptococcus</i> sp.	16	9	25	8.77
<i>Vibrio</i> sp.	2	1	3	1.05
Total	117	168	285	100

DISCUSSION and CONCLUSION

In this study, bacteria were isolated and identified by culture method from 285 samples (117 gills and 168 intestines) of 52 fish (*Chondrostoma regium*, 11; *Capoeta trutta*, 27; *Cyprinion macrostomum*, 14) collected from the Bingöl region of the Murat River.

The digestive tract of freshwater fish is mainly inhabited by the bacterial species *Aeromonas*, *Plesiomonas*, and members of the Enterobacteriaceae family. It is postulated that these bacterial groups have a wide distribution in the freshwater environment and are capable of growth and multiplication under the selective conditions of the fish digestive tract. Other bacterial genera, including *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Moraxella* and *Pseudomonas*, have their origin in the water and foot. In some cases, *Pseudomonas* or *Acinetobacter* spp. have been identified as the predominant component of the intestinal microflora. Such conditions have been identified as indicative of suboptimal physiological conditions, including starvation and low water temperature (Austin and Austin, 1989). The following bacterial species were identified in this study: *Aeromonas hydrophila* (12.63%), *Corynebacterium* sp. (1.05%), *Enterobacter aerogenes* (16.49%), *Escherichia coli* (35.40%), *Cytophaga/Flexibacter* (4.21%), *Proteus vulgaris* (2.10%), *Salmonella* sp. (2.10%), *Staphylococcus* sp. (17.10%), *Streptococcus* sp. (8.77%), and *Vibrio* sp. (1.05%). The identification results of the 285 isolates in this study (Table 2) are consistent with those reported in previous studies (Austin and Austin, 1989; Holt et al., 1993; Balta, 1997; Şeker et al., 2006; Kılıç et al., 2007).

Bacteria belonging to the genus *Aeromonas* are naturally occurring inhabitants of aquatic environments and are recognised as a significant threat to the sustainability of aquaculture systems (Barger et al., 2021). In fish infected with *Aeromonas hydrophila*, erosive and ulcerative lesions were observed, particularly on the caudal and dorsal fins, with evidence of haemorrhaging in the underlying tissues. Furthermore, enlargement, discolouration, haemorrhages and miliary necrosis were observed in the liver. Additionally, enlargement of the spleen and kidney, hyperemia, and petechial hemorrhages in the stomach, pyloric sacs, and intestine, as well as a small amount of reddish exudate in the abdominal cavity, was observed (Sağlam et al., 2006). The same findings were observed in trout farms where this research was conducted.

A number of opportunistic pathogenic bacteria, including *Corynebacterium*, have been identified in freshwater fish (Arda, 1974). A review of the literature shows that Sarıyüpeoğlu (1984) conducted a study in which the stomach and intestinal flora of 100 rainbow trout were examined for aerobic

microorganisms. It was reported that 961.1% of the isolates from the gastric and intestinal flora of trout were identified as *Corynebacterium*. In this study, 1.05% of the isolates were identified as *Corynebacterium* sp. *Corynebacterium* is typically isolated during routine investigations of the microbiological quality of fish and water from freshwater fish farms (Austin and Austin, 1985; Toranzo et al., 1985; Cahill, 1990).

An isolate of *Enterobacter aerogenes* was obtained from cage-reared channel catfish with enteritis in Nanning, China (Cao et al., 2017). In the present study, the bacterium *Enterobacter aerogenes* (16.49%) was identified, and this bacterium has begun to appear in other fish species.

Escherichia coli is not a naturally occurring member of the fish microbiota; however, it can be transferred to fish through polluted water environments (Guzmán et al., 2004; Cardozo et al., 2018). In this study, the highest prevalence of *Escherichia coli* (35.40%) was observed in fish gills and intestines of fish, indicating the presence of water pollution.

The Cytophaga/Flexibacter species are microorganisms present in the natural flora of fish, but which can become pathogenic under favourable conditions (Trust, 1975). The identification of Cytophaga/Flexibacter (4.21%) in this study is consistent with the findings of Bell et al. (1971) and Yoshimizu et al. (1980).

Proteus vulgaris is a natural flora element that can be found in the digestive tract of fish, especially in the intestines (Svanevik and Lunestad, 2011). *Proteus vulgaris* has been from freshwater Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from experimental freshwater aquaculture in Brazil (Boari et al., 2008) and from tilapia in Lake Victoria, Kenya (Onyango et al., 2009). In this study, *Proteus vulgaris* represented 2.10% of the 285 strains obtained, indicating that this bacterium is predominant present in the bacterial flora of freshwater fish.

Salmonella is not typically a fish pathogen; rather, the consumption of feed and water contaminated with Salmonella causes this infection (Bibi et al., 2015). The isolation of 2.10% *Salmonella* sp. in this study provides evidence of contamination with pathogen in the Bingöl region of the Murat River.

Staphylococcus sp. is not part of the natural flora of fish and other aquatic products. However, these bacteria can be isolated from freshly caught fish, especially in warm waters (Rivera et al., 2017). The high prevalence of 17.10% observed in this study can be attributed to the physicochemical characteristics of the aquatic environment and the storage and marketing conditions (Huicab-Pech et al., 2017).

Vibrio sp. is a naturally occurring bacterium that can be found in a variety of locations within the fish host, including the gastrointestinal tract, skin surface, gills, and other internal organs (Egerton et al., 2018). In this study, at least 1.05% of *Vibrio* sp. was isolated from the gills and intestines of fish, indicating low environmental stressors are strong immunity (Peterman and Posadas, 2019).

The results of this study were found to be consistent with the results of bacteriological surveys of fish from other geographical regions. It has been previously documented that the isolated bacteria are part of the normal flora of fish. Nevertheless, bacteriological examinations of fish in all inland waters are of great importance, as they provide valuable insights into fish and human health, as well as water pollution, due to the bioindicator properties of bacteria.

Ethical Approval

All animal studies were approved by the Animal Ethics Committee of KSÜZİRHADYEK and Research Institute (Protocol number: 2014/6-1).

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest with other persons or organizations related to this article.

Acknowledgement

This work was presented as a poster presentation at the 2nd Symposium on Fish Introduction and Reservoir Management, May 20-22, 2015, Eğirdir, Türkiye.

REFERENCES

- Anonymous, (1993). Türkiye'nin sulak alanları. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, Ankara.
- Apun, K., Yusof, A. M., & Jugang, K. (1999). Distribution of bacteria in tropical freshwater fish and ponds. *International Journal of Environmental Health Research*, 9(4), 285-292. <https://doi.org/10.1080/09603129973083>
- Arda, M. (1974). Balıklarda bakteriyel, mantar, viral ve ekolojik nedenlerden ileri gelen hastalıklar ve tedavileri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 300, Yardımcı Ders Kitabı: 200.
- Austin, B., & Austin, D. A. (1993). Bacterial fish pathogens disease in farmed and wild Fish. (2nd ed.). Ellis Horwood, London.
- Austin, B., & Austin, D.A. (1989). Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish. Ellis Horwood Lmt 317 p.
- Austin, B., & Allen-Austin, D. (1985). Microbial quality of water in intensive fish rearing. *J. appl. Bacteriol. (Symp. Suppl.)* 59, 207S-226S. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1985.tb04901.x>
- Balta, F. (1997). Kültürü yapılan alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) görülen *Flexibacter psychrophila* enfeksiyonu. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. (17 – 19 Eylül 1997). Eğirdir/Isparta.
- Barger, P. C., Liles, M. R., Beck, B. H., & Newton, J. C. (2021). Differential production and secretion of potentially toxigenic extracellular proteins from hypervirulent *Aeromonas hydrophila* under biofilm and planktonic culture. *BMC microbiology*, 21, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02088-3>
- Bell, G. R., Hoskins, G. E., & Hodgkiss, W. (1971). Aspects of the characterization, identification, and ecology of the bacterial flora associated with the surface of stream-incubating Pacific salmon (*Oncorhynchus*) eggs. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 28(10), 1511-1525. <https://doi.org/10.1139/f71-232>
- Bibi, F., Qaisrani, S. N., Ahmad, A. N., Akhtar, M., Khan, B. N., & Ali, Z. (2015). Occurrence of salmonella in freshwater fishes: a review. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(3), 303-310.
- Boari, C. A., Pereira, G. I., Valeriano, C., Silva, B. C., Morais, V. M. D., Figueiredo, H. C. P. ... Piccoli, R. H. (2008). Bacterial ecology of tilapia fresh fillets and some factors that can influence their microbial quality. *Food Science and Technology*, 28, 863-867. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400015>.
- Cahill, M. M. (1990). Bacterial flora of fishes: a review. *Microbial Ecology*, 19, 21-41.
- Cao, H., An, J., Ou, R., Lu, L., Ai, X., & Yang, Y. (2017). Enterobacter aerogenes: an emerging pathogen for enteritis in farmed channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 69. <https://doi.org/10.46989/001c.20886>

- Cardozo, M. V., Borges, C. A., Beraldo, L. G., Maluta, R. P., Pollo, A. S., Borzi, M. M. ... Avila, F. A. D. (2018). Shigatoxigenic and atypical enteropathogenic *Escherichia coli* in fish for human consumption. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(4), 936-941. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.02.013>.
- David, O. M., Wandili, S., Kakai, R., & Waindi, E. N. (2009). Isolation of *Salmonella* and *Shigella* from fish harvested from the Winam Gulf of Lake Victoria, Kenya. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 3(02), 099-104. <https://doi.org/10.3855/jidc.56>.
- Doğan, S., & Önalın, Ş. (2023). Determination of antimicrobial resistance gene variations using Tet and Str genes in freshwater fish species. *Cellular and Molecular Biology*, 69(1), 150-155. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2022.69.1.26>
- Dörücü, M., Doğan, S., & Yüngül, M. (2023). Pestisitlerin balıklar üzerine etkileri. (Ed. Koray Özrenk), Serüven Yayınevi.
- Doğan, S., & Köprücü S. (2023). Su ürünlerinde kullanılan antibiyotikler ve etki mekanizması. (Ed. Aysel Şahan), Serüven Yayınevi.
- Egerton, S., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C., & Ross, R. P. (2018). The gut microbiota of marine fish. *Frontiers in microbiology*, 9, 873. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00873>
- Geldreich, E. E., & Clarke, N. A. (1966). Bacterial pollution indicators in the intestinal tract of freshwater fish. *Applied microbiology*, 14(3), 429-437. <https://doi.org/10.1128/am.14.3.429-437.1966>.
- Gołaś, I., Filipkowska, Z., Lewandowska, D., & Zmysłowska, I. (2002). Potentially pathogenic bacteria from the family Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* sp. and *Aeromonas* sp. in waters designated for drinking and household purposes. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11(4), 325-330.
- Grobler, E., Du Preez, H. H., & Van Vuren, J. H. J. (1989). Toxic effects of zinc and iron on the routine oxygen consumption of *Tilapia sparrmanii* (Cichlidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 94(1), 207-214. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(89\)90168-0](https://doi.org/10.1016/0742-8413(89)90168-0)
- Guzmán, M. C., de los Angeles Bistoni, M., Tamagnini, L. M., & Gonzalez, R. D. (2004). Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*. *Water Research*, 38(9), 2368-2374. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.02.016>.
- Heath, A. G. (1995). Water pollution and fish physiology. CRC Press, New York.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. (1994). Bergey's manual of determinative bacteriology. (Ninth Ed.), Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA.
- Huicab-Pech, Z. G., Castaneda-Chavez, M. R., & Lango-Reynoso, F. (2017). Pathogenic bacteria in *Oreochromis niloticus* var. Stirling tilapia culture. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 8(2), 11-11 <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000197>
- Kiliç, A., Şeker, E., Özcan, M., & Ispir, Ü. (2007). Elâzığ'daki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin bakteriyel yönden incelenmesi. *Fırat Üniv., Fen ve Müh. Bil. Derg.*, 19(2), 129-132.
- Mungo, A. L. S., & Hastings, T. S. (1993). Furunculosis in bacterial diseases of Fish. (Eds. Valerie Inglis, Ronald J. Roberts and Niall. L. Bromage), Blackwell Science Ltd Oxford.
- Munro, A. L. S. (1982). The pathogenesis of bacterial diseases of fish. (Ed. Ronald J. Roberts), Microbial Disease of Fish. Academic Press.

- Peterman, M. A., & Posadas, B. C. (2019). Direct economic impact of fish diseases on the East Mississippi catfish industry. *North American Journal of Aquaculture*, 81(3), 222-229. <https://doi.org/10.1002/naaq.10090>
- Sarıyüpeoğlu, M. (1984). Gökkuşığı alabalıklarında (*S. gairdneri*) mide – barsak bakteriyel florasının aerobik yönden incelenmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, 8(3) , 281-287.
- Şeker, E., Kılıç, A., Özcan, M., & İspir, Ü. (2006). Malatya'daki bazı gökkuşığı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin bakteriyel florası. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 15-18.
- Svanevik, C. S., & Lunestad, B.T. (2011). Characterisation of the microbiota of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *International journal of food microbiology*, 151(2), 164-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.016>.
- Toranzo, A. E., Combarro, P., Conde, Y., & Barja, J. L. (1985). Bacteria isolated from rainbow trout reared in fresh water in Galicia (*Northwestern Spain*): taxonomic analysis and drug resistance patterns. (Ed. Ellis, A. E.), *Fish and Shellfish Pathology*. Academic Press.
- Trust, T. J. (1975). Bacteria associated with the gills of salmonid fishes in freshwater. *Journal of Applied Bacteriology*, 38(3), 225-233. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1975.tb00527.x>.
- Yoshimizu, M. (1980). Microflora of the embryo and the fry of salmonids. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 46, 967-975.
- Zachery Rivera, K. G. (2017). Occurrence of MRSA on Fish in the Hillsborough River.

How to cite this article/Bu makaleye atf için

- Gökhan, H. B., İspir, Ü., Özcan, M., & Şeker, E. (2024). A bacterial analysis of some fish caught in the Bingöl region of the Murat River. *JOGHENS-Journal of Global Health & Natural Sciences*, 7(2), 190-197. <https://doi.org/10.56728/dustad.1588105>

Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'ndan Hazırlanan Köftelerin Kimyasal ve Duyusal Kalitesi Üzerine Goji Berry Ekstraktın Etkisi

Makale Türü
Araştırma

Geliş Tarihi
1 Aralık 2024

Kabul Tarihi
23 Aralık 2024

Özlem EMİR ÇOBAN¹

Özet: Bu çalışmada, farklı oranlarda kullanılan goji berry ekstraktının (%2 ve %4) gökkuşığı alabalığı köftelerinin buzdolabında depolama (4°C) sırasında kimyasal ve duyusal kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirildi. Goji berry ekstrakt lipitlere (TBA) stabilite kazandırdı. Biyokimyasal değişiklikler (TVB-N, pH) korundu. Strafor paket içinde buzdolabı koşullarında depolanan goji berry ilaveli köftelerin 15. günde kabul edilebilir sınırları aştığı belirlendi. İlâveten, duyusal kalite değerlendirmesine göre, goji berry ekstraktı ilave edilen örnekler kontrole göre üstün duyusal kalite gösterdi, Kontrol grubu 9. günde kabul edilemez olarak değerlendirildi. Sonuç olarak, goji berry ekstraktı koruyucu kalite sergileyerek biyokimyasal ve duyusal kaliteyi korudu.

Anahtar kelimeler: goji berry, balık eti, raf ömrü, *Oncorhynchus mykiss*, doğal koruyucular

The Effect of Goji Berry Extract on Chemical and Sensory Quality of Meatballs Prepared from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

Abstract: In this study, the effect of different proportions of goji berry extract (2% and 4%) on the chemical and sensory quality of rainbow trout patties during refrigerated storage (4°C) was evaluated. Goji berry extract stabilized lipids (TBA). Biochemical changes (TVB-N, pH) were maintained. Goji berry-added meatballs stored in Styrofoam packs under refrigerator conditions exceeded acceptable limits on day 15. In addition, according to sensory quality evaluation, the samples supplemented with goji berry extract showed superior sensory quality compared to the control, while the control group was considered unacceptable at day 9. In conclusion, goji berry extract exhibited preservative quality and maintained biochemical and sensory quality.

Keywords: goji berry, fish meat, shelf-life, *Oncorhynchus mykiss*, natural preservatives

GİRİŞ

Balık eti, dengeli amino asit profili ile yüksek protein içeriğine, ω -3 ve ω -6 serisi yağ asitleri ile çoklu doymamış ve esansiyel yağ asitlerine ve düşük doymuş yağ ve kolesterol seviyesine sahip olması gibi benzersiz özelliklere sahiptir. Çoklu doymamış yağ asitleri, özellikle eikosapentaenoik asit (C20:5n3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (C22:6n3, DHA) kardiyovasküler hastalık riskini azaltabilir, zihinsel ve görsel fonksiyonları iyileştirebilir ve enflamatuar tepkilerde rol oynar. Ayrıca zaman içinde vücut yağında azalmaya yol açabilir ve obezite riskini azaltabilir. Bu doğrultuda, tüketicilerin sağlık

¹  oecoban.@firat.edu.tr; Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi- Elazığ/ TÜRKİYE

konularında artan farkındalığı nedeniyle balık ve su ürünleri tüketimi her geçen gün artmaktadır (Emir Çoban ve Çoban, 2019; Husein vd., 2019).

Son yıllarda, hızlı kentleşme ve çalışan kadın nüfusundaki artış nedeniyle tüketicilerin tercihi önemli ölçüde fast food tüketimine yönelmiştir. Balık keki, balık krakeri, balık köftesi ve balık burger gibi balıkçılık fast food ürünlerinin üretimi ve kalite stabilitesi üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır (Kurniasari vd.,2019).

Balık köftesi, fast food endüstrisinde popülerliği giderek artan ve dünya gıda pazarında kapsamlı bir şekilde gelişen çok popüler ve lezzetli bir üründür. Balık köftelerinin kalitesini belirlemek için farklı çalışmalar yapılmıştır (Saleem vd., 2019; Kim vd., 2024). Daha fazla araştırma çalışması, donmuş sıcaklıklarda depolanan balık burgerlerinin bile oksidatif acılaşıma ve protein denatürasyonu nedeniyle istenmeyen kalite değişikliklerine (Jessen vd., 2014) uğrayabileceğini kanıtlamıştır (Al-Bulushi vd., 2005; Di Monaco vd., 2009; Mahmoudzadeh vd., 2010).

Balık ve ürünleri, yüksek su aktivitesi, çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığı ve nötr pH nedeniyle çok çabuk bozulabilen gıdalardır. Balık oksidasyonunun duyarlılığı sadece balık türlerine, toplam lipit miktarına ve yağ asitlerinin bileşimine değil aynı zamanda balık kas dokusundaki konumlarına da bağlıdır. Lipid oksidasyonuna bağlı kalite değişiklikleri tat, koku, renk ve kabul edilebilirlikte istenmeyen değişikliklere neden olur. Ayrıca, toksik bileşiklerin oluşması, gıda güvenliğinin ve besin kalitesinin azalması ve tüketicinin sağlığının zarar görmesi söz konusu olabilir (Ali vd., 2019). Bu bağlamda, ürün formülasyonlarında doğal koruyucuların, antimikrobiyal, antioksidan maddelerin ve stabilizatörlerin kullanılması oldukça mantıklı ve gerekli görünmektedir. Baharatlar, otlar ve bunların ekstraktları çok eski zamanlardan beri sadece tatlandırıcı olarak değil aynı zamanda halk ilacı ve gıda koruyucu olarak da gıdalara eklenmektedir (Guran vd., 2015; Taskaya vd., 2018; Ahmed vd., 2019; Kamona ve Alzobaay, 2021; Ekinci ve Emir Çoban, 2023).

Goji meyveleri veya kurt üzümü olarak da bilinen *Lycium barbarum* L. geleneksel Çin tıbbında iyi bilinen bir bitkidir. *Lycium barbarum* L. (goji) meyvesi, son derece avantajlı besleyici ve antioksidan özelliklere sahip bir "super gıda" olarak kabul edilmesinden dolayı son birkaç yılda daha popüler hale gelmiştir. Goji berry'de bulunan flavonoidler (rutin, myricetin, quercetin, kaempferol) ve fenolik asitler (kafeik asit, klorojenik asit ve kumarik asit), Goji berry'nin antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergilenmesine neden olan ana bileşenlerdir (Kulczyński vd., 2016, Engin vd., 2019). Bazı araştırmacılar goji berry ekstraktlarının farklı et ve balık ürünlerinde lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde geciktirebileceğini bildirmiştir (Gürel İnanlı vd., 2018; Fadıloğlu ve Çoban, 2019a; Gürel İnanlı ve Muhammed Amin, 2022). Ancak, literatür bilgilerimize göre gökkuşacağı alabalığı üzerine henüz mevcut olan bir rapor bulunmamaktadır.

Mevcut çalışmanın amacı, 4 °C'de muhafaza sırasında gökkuşacağı alabalığı köfteleri için farklı seviyelerde goji berry ekstraktının kimyasal ve duyuşsal kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada, *Salmonidae* familyasına ait *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşacağı alabalığı) türü balıklar kullanıldı. Balıklar, Elazığ'da faaliyet gösteren yerel bir balık çiftliğinden (Gümüşdoğa A, Ş.) taze olarak satın alındı. Ağırlıkları yaklaşık 350 ±10 g olarak alınan 20 adet alabalık, soğuk zincirde Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına getirildi.

Balık Köfteleri İçin Ön İşlemler

Laboratuvara getirilen balıkların, başı kesilip, iç organlar ve deri tamamen alındıktan sonra, filetolar bol temiz suyla yıkandı. Filetolar sonra 100 °C'deki kaynayan suda 1-2 dakika haşlandı. Haşlanan balıkların kılçıkları ayıklandı ve ardından balıklar 3 mm ayna delik çapına sahip kıyma makinesinde öğütülerek kıyma haline getirildi.



Şekil 1. Balık köftesi işlem akışı.

Balık Köftelerinin Formülasyonu ve Hazırlanması

Balık köfteleri alabalıktan (*Oncorhynchus mykiss*) hazırlandı. Balık köftesinin ana formülasyonu; %82 balık (suda haşlanmış), %5,4 haşlanmış patates %4,3 kıyılmış maydanoz, %2 kıyılmış soğan, %2 tuz, %0,5 kimyon, %0,5 toz karabiber, %0,5 yenibahar, %1,8 ekmek ve %1 zeytinyağından oluştu. Bütün malzemeler eklendikten sonra, mutfak tipi hamur yoğurucu ile 4-5 dak. yoğurma işlemi yapıldı. Karışım kontrol grubu (K), %2 goji berry ekstraktı ilaveli (G2) ve %4 goji berry ekstraktı ilaveli (G4) olmak üzere 3 gruba ayrıldı (Tablo 1). Karışımlar daha sonra her biri 25 g ağırlığında balık topları şeklinde şekillendirildi ve 5 cm genişliğinde, 10 cm uzunluğunda strafor tabaklara yerleştirilerek ve üzerleri streç film ile kaplandı (Şekil 1). Bütün gruplar 4±1°C'de muhafaza edildi.

DeneySEL olarak hazırlanan balık köfteleri, muhafazanın 1.3.5.7.9... günlerinde kimyasal ve duyuSAL kalite özellikleri bakımından analiz edildi. Ayrıca köftelerin üretim gününde besin analizleri (protein, yağ, kuru madde, kül) yapıldı. Çalışma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirildi.

Tablo.1. Balık köfteleri uygulama grupları.

	Deneysel gruplar	Goji berry ekstrakt konsantrasyonu (%)	Paketleme
K	Kontrol	-	Strafor tabak ve streç film
G2	Goji berry ekstraktı	2	Strafor tabak ve streç film
G4	Goji berry ekstraktı	4	Strafor tabak ve streç film

Balık Köftelerinin Besin Bileşimi Analizi

Balık köftelerinin nem miktarının saptanmasında kurutma dolabı usulü (metod 950.46), ham protein miktarları mikrokjeldahl yöntemi (metod 928.08), yağ miktarı Soxhlet (Ekstraksiyon) metodu (metod 960.39) ve ham kül tayini yakma metoduyla (metod 920.153) belirlendi (AOAC, 2002).

Kimyasal Analizler

pH Tayini

Balık köftelerinin pH değerleri, dijital bir pH metre ile ölçüldü. Numuneden 10 g alınıp 100 ml distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandı ve sonra dijital pH metrede ölçümü yapıldı (AOAC, 2002).

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini

Numunelerin TVB-N miktarları, su buharı distilasyon cihazı kullanılarak Varlık vd. (1993)'nin bildirdiği yöntemle göre ölçüldü.

Tiyobarbitürik Asit Sayısı (TBA) Tayini

Numuneler içinde eşit miktarda hekzan ve BHT bulunduran TCA ile karıştırılıp santrifüj edildi. Sonra tiyobarbitürik asit ile oluşan kırmızı renk spektrofotometrede 532 nm'de absorbansı okunarak malonaldehit miktarı hesaplandı (Silbande vd., 2016).

Duyusal Analizler

Hazırlanan balık köfteleri muhafazanın 1., 3., 5., 7., 9., 11...günlerinde duyuşal bakımdan analiz edildi. Örnekler ayçiçek yağı ile kızartıldıktan sonra beyaz porselen tabaklar içinde panelistlere sunuldu. Renk, görünüş, koku, tekstür yönünden 5 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirildi. Duyusal analiz için kullanılan form Tablo 2'de sunuldu (Kurtcan ve Gönül, 1987).

Tablo 2. Duyusal analiz puanlama formu.

Özellikler	K	G2	G4
Renk			
Görünüş			
Koku			
Tekstür			

Puanlama: 1-3 son derece kabul edilemez, 9-10 son derece iyi

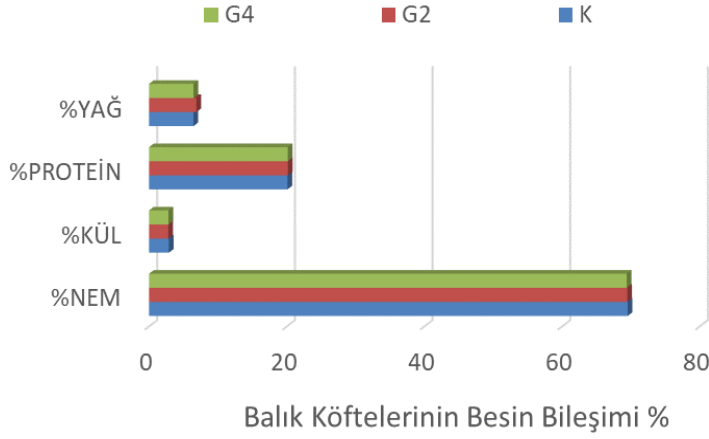
İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizleri, varyans analizi (ANOVA) ve Duncan ortalama karşılaştırma testi ($p < 0,05$), SPSS 22 (IBM SPSS Statistics) paket programı kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Balık Köftelerinin Besin Bileşenleri

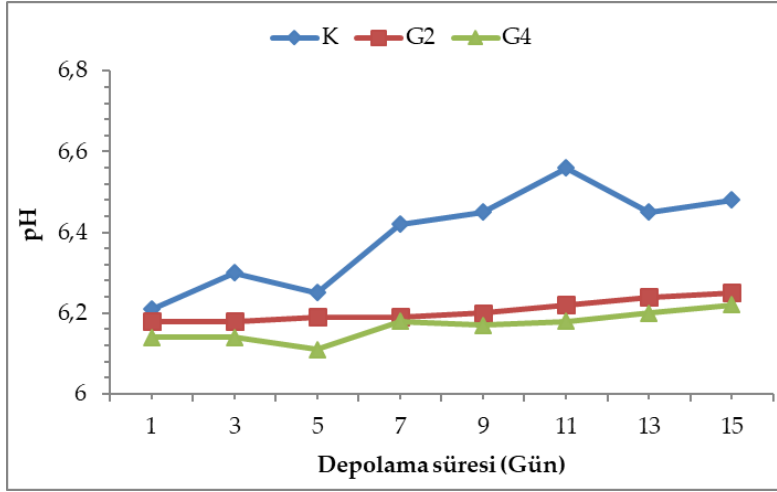
Kontrol grubu ve farklı oranlarda goji berry ilave edilen balık köftelerinin besin değerine ait sonuçlar Şekil 1’de sunuldu. Goji berry ilavesinin balık köftelerinin besin değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) istatistiksel olarak belirlendi. Benzer bulgular Guran vd., (2015) tarafından doğal (karanfil, kekik, biberiye) ekstraktlar ile hazırlanan *Sarda sarda* köfteleri ve Uçak vd. (2011), tarafından biberiye ekstraktı ile hazırlanan Atlantik uskumru balık burgerleri için de gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Balık köftelerinin besin bileşimi (%).

pH değeri

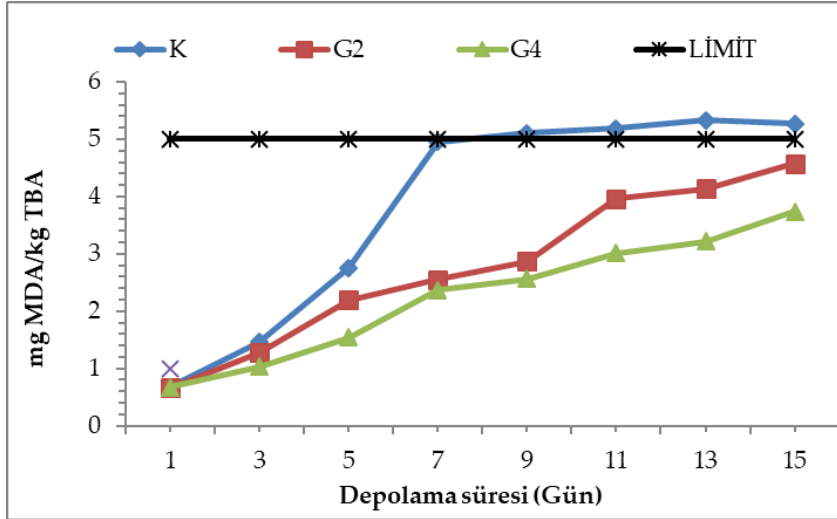
Bütün gruplarda muhafaza süresince pH'da artışlar ($p < 0,05$) tespit edildi (Şekil 2). Goji berry ekstraktı içeren balık köfteleri ile kontrol grubu arasındaki farklılık önemli bulundu ($p < 0,05$). Ancak, goji berry ekstraktının farklı konsantrasyonları pH üzerinde etkili değildi ($p > 0,05$). Balık köftelerindeki pH'daki artış, depolama süresince oluşan alkali bileşiklerin birikiminden kaynaklanıyor olabilir (Martinez vd., 2020). Farklılıklar, çeşitli işleme ve koruma etkilerinin yanı sıra farklı paketlemeye atfedilebilir (Noordin vd., 2014). pH'daki artış, kasın parçalanması (otoliz veya mikroorganizmalar) nedeniyle oluşan uçucu bileşiklere atfedilir ve balık ürünleri için bozulma göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bitki ekstraktlarının pH'ı stabilize ettiği ve 7'nin altında tuttuğu bilinmektedir (Shi vd., 2019). Mevcut çalışmanın sonuçlarının, Isra vd. (2024), tarafından *Pangasianodon hypophthalmus*' dan hazırlanan köfteler için bildirilen bulgularla (6,54-6,61) uyumlu olduğu tespit edildi. Benzer şekilde, doğal ekstraktların balık filetoalarının pH'sını muhafaza süresince koruduğu farklı çalışmalarda rapor edildi (Fadıloğlu ve Çoban, 2019a; Fadıloğlu ve Çoban, 2019 b).



Şekil 2. Depolama süresince gökkuşağı alabalığından hazırlanan köftelerin pH değerlerinde meydana gelen değişimler.

TBA

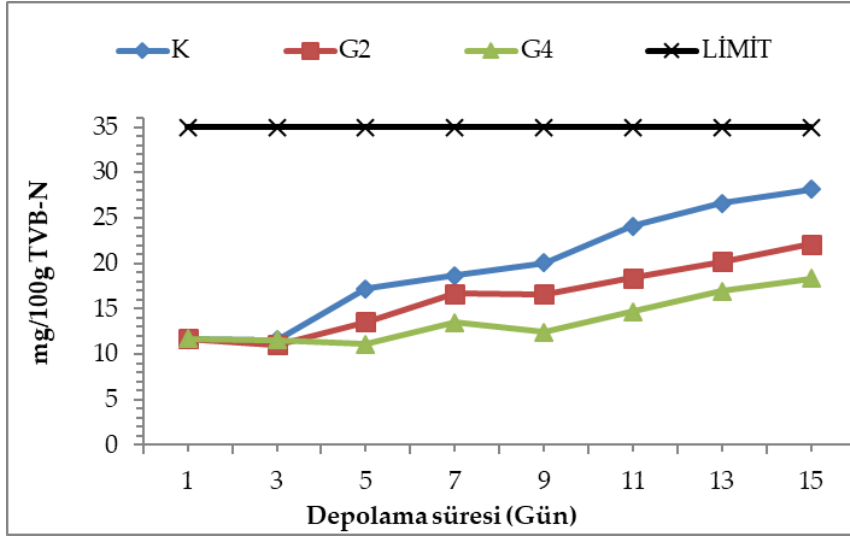
Lipid oksidasyonu, tat bozukluğuna, acılaşmaya ve renk bozulmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, lipid oksidasyonunun belirlenmesi, balık etinin tazeliğini ve kalite kriterlerini belirlemede önemli bir adımdır. TBA analizi, su ürünlerinde lipid oksidasyonunun belirlenmesinde önemli bir gösterge olarak yaygın şekilde kullanılır (Karsli vd., 2021). Bu çalışmada, taze gökkuşağı alabalığı filetosunun başlangıç TBA değeri 0,66 mg MDA/kg idi ve bu değer, soğuk depolamanın sonunda kontrol (7. gün), %2 GB (11. gün) ve %4 GB (15. gün) grupları için sırasıyla önemli ölçüde ($p < 0,05$) 4,95, 3,39 ve 3,92 mg MDA/kg'a yükseldi (Şekil 3). Kontrol grubunun TBA değeri 9. günde Sallam (2007) tarafından önerilen tüketilebilir sınır değeri olan 5 mg MDA/kg'ı aşarken, goji berry ilaveli köfte gruplarının TBA değerleri, muhafaza süresince bildirilen değeri aşmadı. İlaveten, goji berry ekstraktı içeren balık köftelerinde antioksidan etki gösterdi ve depolama süresince kontrol grubunun TBA değerinin goji berry ekstraktı eklenen örneklerle göre daha yüksek olduğu bulundu ($p < 0,05$). %2 GB ve %4 GB grupları arasında TBA değerlerinde anlamlı bir fark görüldü ($p < 0,05$). Soğuk depolamanın ilk gününde TBA değerindeki artışın, balık köftesi hazırlama adımlarında uygulanan sıcaklık ve katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Goji berry ekstraktı ilave edilen balık köftelerinin daha düşük TBA değerleri, fenoller, flavonoidler ve proantosiyanidinler gibi antioksidan bileşenlere atfedilebilir (Emir Çoban ve Çoban, 2019). Çeşitli bitki ekstraktlarının kullanımının bir balık ve balık ürünlerindeki TBARS seviyelerini düşürdüğü farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Gahruie vd., 2017; Martínez vd., 2019; Shi vd., 2019; Nquyen vd., 2023).



Şekil 3. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin TBA (mg MDA/kg) değerlerinde meydana gelen değişimler.

TVB-N

TVB-N, endojen enzimler ve bakteriler tarafından bozulma derecesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan balık kalite indekslerinden biridir. Balıktaki TVB-N esas olarak amonyak, dimetilamin ve trimetilaminden oluşur (Pezeshk vd., 2011). TVB-N değerindeki artış, bozulma bakterilerinin ve endojen enzimlerin etkisinden kaynaklanmaktadır (Ruiz-Capillas ve Moral, 2005). Ancak, depolama periyodunda, bazı türlerin TVB-N seviyesinde dalgalanmalar göstermiştir (Emir Çoban, 2013; Balıkçı vd., 2022). Soğukta depolama sırasında balık köftesi örneklerinin TVB-N değerleri Şekil 3'te sunuldu. Bu çalışmada, depolama süresi boyunca, kontrol ve goji berry ekstraktı ile muamele edilen gruplar arasında TVB-N değerleri için dalgalanmalar ve önemli farklılıklar ($p < 0,05$) gözlemlendi (Şekil 4). Tüm grupların başlangıç TVB-N değeri 11,68 mg /100g olarak belirlendi ve depolama periyodu boyunca artış gösterdi. Kontrol grubu için TVB-N değerleri en yüksek (28,17 mg /100g) ($p < 0,05$) olup, bunu %2 GB (22,13 mg/100g), %4 GB (18,36 mg/100g) grupları izledi. Tüm gruplardaki TVB-N değerleri, balık ve su ürünlerinin TVB-N 35-40 mg/100g olan ret sınırları olan maksimum değerlere ulaşmadı (Huss, 1995). Bu, balıkların organizma hücrelerinin çok az tahrip olmasına ve yıkama işlemi sırasında endojen enzimlerin nispeten sınırlı salınmasına (Guan vd., 2019) ve dolayısıyla depolama sırasında alabalık köftelerinin TVB-N değerlerini inhibe etmesine bağlanabilir. Önceki çalışmalarda bildirildiği gibi, depolama sırasında bitki ekstraktları ile muamele edilen gruplara kıyasla daha düşük TVB-N değerleri bulundu (Martínez vd., 2019; Shi vd., 2019; Balıkçı vd., 2022). TVB-N değerlerindeki artış bitki özütü gruplarında önemli ölçüde ($p < 0,05$) azalmıştır. Bu durum, antimikrobiyal ajan olarak kullanılan ekstraktların bakteri üremesindeki rolünden kaynaklanmaktadır (Sacchetti vd., 2005). Goji berry ekstraktı içeren gruplarının depolama süresi boyunca düşük TVB-N değerlerini koruduğu gözlemlendi. Sonuçlar, goji berry ekstraktları içeren örneklerde TVB-N'nin azalmasının, ekstraktın bakteriler üzerindeki inhibisyon etkisiyle ilişkili olabileceğini düşündürmüştür.



Şekil 4. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin TVB-N (mg/100g) değerlerinde meydana gelen değişimler.

Duyusal değişimler

Farklı oranlarda goji berry ekstraktı ilave edilerek hazırlanan gökkuşuğu alabalığı köftelerinin muhafazası sırasında duyusal açıdan meydana gelen değişimler, 5 kişilik uzman panelist grup tarafından değerlendirildi. Duyusal analize alınan balık köfteleri, kızartılarak servis edildi. Panelistler köfteleri renk, koku, görünüş ve tekstür bakımından 10 puanlık hedonik skala üzerinden (1-3 son derece kabul edilemez, 9-10 son derece iyi) puanladı (Tablo 3).

4°C'de muhafaza edilen gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köfteler muhafazanın ilk günlerinde yüksek puanlar aldı. Muhafazanın ilerlemesiyle birlikte bütün gruplarda puanlarda azalmalar meydana geldi. Renk bakımından muhafaza sonuna kadar önemli değişimler gözlemlendi. Özellikle goji berry ilave edilen gruplarda renk koyulaşmaya başladı ve bu durum renk puanlarının azalmasına neden oldu. Buna rağmen %2 goji berry içeren köftelerin renk puanları %4 goji berry ilave edilen köftelere göre daha iyiydi. Koku özelliği bakımından zamana paralel olarak puanlamalarda düşüşler meydana geldi. 3 puanın altında alan köfteler sonraki muhafaza gününde değerlendirilmedi ve bozulmuş olarak nitelendirildi. Kontrol grubu 9. Günde 3 puanın altında kaldı. Kontrol grubunun koku puanları ile goji berry ilaveli köfte gruplarının koku puanlamaları önemli farklılıklar gösterdi ($p < 0,05$).

Tekstür bakımından da muhafazanın ilerlemesiyle birlikte puanlar önemli seviyede azaldı ($p < 0,05$). Araştırma bulgularına göre, muhafaza süresine bağlı olarak duyusal özelliklerde oluşan kötüleşme Özpolat ve Emir Çoban (2012), Mahmoudzadeh vd. (2010) ve Guran vd. (2015)'nin çalışmaları ile paralellik göstermiştir.

Tablo 3. Depolama süresince gökkuşuğu alabalığından hazırlanan köftelerin duyuşal değerlendirme puanları.

Duyusal özellikler	Muhafaza süresi (Gün)	Gruplar		
		Kontrol	G2	G4
Renk	1	9,39 ^{Ab±0,11}	9,68 ^{Aa±0,13}	9,68 ^{Aa±0,15}
	3	8,11 ^{Bb±0,08}	9,63 ^{Aa±0,07}	8,15 ^{Bb±0,07}
	5	7,30 ^{Cb±0,07}	9,56 ^{Aa±0,05}	7,30 ^{Cb±0,08}
	7	6,40 ^{Db±0,06}	8,92 ^{Ba±0,07}	6,20 ^{Dc±0,05}
	9	6,60 ^{Db±0,06}	7,40 ^{Ca±0,15}	6,12 ^{Dc±0,06}
	11	5,35 ^{Eb±0,03}	7,40 ^{Ca±0,06}	5,20 ^{Eb±0,07}
	13	5,12 ^{Eb±0,11}	6,42 ^{Da±0,06}	5,02 ^{Eb±0,07}
	15	5,44 ^{Eb±0,08}	6,05 ^{Ea±0,06}	4,99 ^{Ec±0,07}
Koku	1	8,90 ^{Ab±0,05}	9,11 ^{Aa±0,13}	9,06 ^{Aa±0,15}
	3	7,88 ^{Bb±0,06}	8,04 ^{Ba±0,11}	8,17 ^{Ba±0,07}
	5	6,43 ^{Cc±0,06}	8,76 ^{ABb±0,05}	8,47 ^{ABa±0,04}
	7	4,84 ^{Dc±0,07}	7,62 ^{Cb±0,06}	8,20 ^{Ba±0,02}
	9	2,88 ^{Eb±0,05}	7,11 ^{Ca±0,15}	7,50 ^{Ca±0,06}
	11	2,55 ^{Ec±0,26}	5,10 ^{Db±0,07}	6,89 ^{Da±0,05}
	13	2,04 ^{Fc±0,11}	5,12 ^{Db±0,14}	6,70 ^{Da±0,23}
	15	1,00 ^{Gc±0,9}	4,80 ^{Eb±0,02}	5,55 ^{Ea±0,13}
Tekstür	1	9,30 ^{Ab±0,06}	9,38 ^{Aa±0,02}	9,36 ^{Aa±0,02}
	3	7,40 ^{Bb±0,05}	8,88 ^{Ba±0,05}	8,89 ^{Ba±0,03}
	5	5,87 ^{Cc±0,06}	8,66 ^{Bb±0,03}	8,89 ^{Ba±0,15}
	7	4,12 ^{Db±0,03}	7,77 ^{Ca±0,05}	7,72 ^{Ca±0,03}
	9	3,14 ^{Ec±0,04}	6,26 ^{b±0,04}	6,81 ^{Ca±0,05}
	11	2,63 ^{Fb±0,05}	6,25 ^{Da±0,13}	6,39 ^{Da±0,07}
	13	2,12 ^{Gc±0,05}	6,04 ^{Db±0,03}	6,22 ^{Da±0,07}
	15	2,11 ^{Gb±0,05}	5,89 ^{Da±0,05}	5,90 ^{Da±0,27}
Görünüş	1	9,55 ^{Ab±0,12}	9,63 ^{Aa±0,02}	9,59 ^{Aa±0,02}
	3	9,50 ^{Bb±0,10}	9,67 ^{Ba±0,05}	9,61 ^{Ba±0,15}
	5	8,33 ^{Cc±0,03}	9,14 ^{Bb±0,23}	9,35 ^{Ba±0,02}
	7	7,05 ^{Db±0,05}	8,92 ^{Ca±0,17}	8,72 ^{Ca±0,25}
	9	5,22 ^{Ec±0,04}	8,26 ^{b±0,11}	7,88 ^{Ca±0,17}
	11	4,77 ^{Fb±0,12}	7,39 ^{Da±0,13}	6,76 ^{Da±0,11}
	13	3,88 ^{Gc±0,8}	6,69 ^{Db±0,08}	6,22 ^{Da±0,7}
	15	3,75 ^{Gb±0,9}	6,48 ^{Da±0,02}	5,90 ^{Da±0,27}

SONUÇ

Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre; goji berry ekstraktı ilavesinin üretilen köfteler üzerinde antioksidan etkisinin ($p < 0,05$) olduğu, TBA ve TVB-N değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha az artış gösterdiği tespit edildi. İlâveten, goji berry ekstraktının köftelerin duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemediği, ancak özellikle renk bakımında %2 goji berry ekstraktı ilaveli grubun panelistler tarafından daha yüksek puanlar aldığı belirlendi. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, kontrol grubu köftelerin raf ömrü 7 gün olarak belirlenirken, goji berry ekstrakt ilaveli köftelerin raf ömrü 13 gün olarak tespit edildi. Farklı konsantrasyonların raf ömrü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) belirlendi.

Çıkar Çatışması

Yazar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Teşekkür

Bu çalışma, SÜF.23.09 protokol numarası ile Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Gomma, A. E. E., Tarek, M. A., & Abdalla, A. E. M. (2019). The effect of sage essential oil on the compositional quality of anchovy fish burger during freeze storage . *J. Adv. Agric. Res.*, 24(4), 2, 535-557.
- Al-Bulushi, I.M., Kasapis, S., Al-Oufi, H. & Al-Mamari, S. (2005). Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science*, 71, 648-654.
- Ali, M., Imran, M., Nadeem, M., Khan, M., Sohaib, M., Suleria, H., & Bashir, R. (2019). Oxidative stability and Sensoric acceptability of functional fish meat product supplemented with plant-based polyphenolic optimal extracts. *Lipids in Health and Disease*, 18, 1-16.
- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, Ed. Arlington, K., (17th. Ed.), Gaithersburg, Maryland.
- Balıkçı, E., Özoğul, Y., Durmuş, M., Uçar, Y., & Gökdoğan Tekin, S. (2022). The impact of thyme, rosemary and basil extracts on the chemical, sensory and microbiological quality of mackerel balls stored at -18°C. *Acta Aquatica Turcica*, 18(2), 217-235.
- Di Monaco, R., Cavella, S., & Masi, P. et al. (2009). Blue fish burgers: nutritional characterisation and sensory optimisation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1634–1641.
- Emir Çoban, Ö., & Çoban, M. Z. (2019). Meyan kökü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının kalitesi üzerine etkisi, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 14(4), 83-92.
- Engin, M. S., Kalkan, S., & Otağ, M. R. (2019). Goji berry (*Lycium barbarum* L.) meyvesinin farklı çözenlerden elde edilen ekstratlarının toplam fenolik içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 359-365.
- Ekinci, L., & Emir Çoban, Ö. (2023). Uçucu yağlar içeren kitosan film ve kaplamalar: Su ürünleri uygulamaları. *Journal of Biological Sciences and Health*, 1(1), 25-37.
- Fadiloğlu, E. E., & Çoban, M. Z. (2019a). The effects of goji berry (*Lycium barbarum* l.) extract on some chemical, microbiological and sensory characteristics of liquid smoked common carp (*Cyprinus carpio* l., 1758) sausages. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 29(4), 702-710.

- Fadiloğlu, E. E., & Çoban, M. Z. (2019b). The effect of glazing with sumac (*rhus coriaria*, L.) Extract on the quality of frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Ecological Life Sciences*, 14, 129-138.
- Gahrue, H. H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M. T., & Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 6350156ç
- Guan, W., Ren, X., Li, Y., & Mao, L. (2019). The beneficial effects of grape seed, sage and oregano extracts on the quality and volatile flavor component of hairtail fish balls during cold storage at 4 °C. *LWT*, 101, 25-31.
- Guran H. S., Oksuztepe G., Coban O. E., & Incili, G. K. (2015): Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Czech J. Food Sci.*, 33, 37-44.
- Gürel Inanlı, A., & Muhammed Amin, B. L. (2022). Determination of shelf life during cold storage of fish fingers coated addition of goji berry. *Marine Science and Technology Bulletin*, 11(4), 443-453.
- Gürel İnanlı, A., Emir Çoban, Ö., Yüce, S., & Çelik B., (2018). Yaban mersini (*Blue berry*) ve kurt üzümü (Gojiberry) ekstraktlarıyla zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanmış gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss walbaum 1792*) filetolarının piyasa koşullarında mikrobiyolojik değişimlerinin incelenmesi, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 13(4),171-181.
- Husein, Y., Secci, G., Dinnella, C., Parisi, G., Monteleone, E., & Zanoni, B. (2019). Enhanced utilisation of nonmarketable fish: physical, nutritional and sensory properties of 'clean label' fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 593-601.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. In FAO. Fisheries Technical Paper
- Isra, L., Ali, M. S., Salma, U., Rahman, A., & Haq, M. (2024). Physical, nutritional, and sensory characterization of pangas fish ball incorporated with moringa leaves powder. *Food Chemistry Advances*, 4, 100715.
- Kamona, Z. K., & Alzobaay, A. A. H. (2021). Effect of essential oil extract from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) leaves on viability of some pathogenic bacteria and sensory properties of fish balls. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(2), 268-275
- Karsli, B., Caglak, E., & Prinyawiwatkul, W. (2021). Effects of high-molecular-weight chitosan coating prepared in different solvents on quality of catfish fillets during 6-month frozen storage. *Journal of Food Science*, 86(3), 762-769.
- Kim, Y. Y., Bashir, K. M. I., Kang, S., Park, Y., Sohn, J. H., & Choi, J. S. (2024). Development and quality enhancement of fried fish cake prototype with transglutaminase, trehalose, and herbal oil for room temperature distribution. *Gels*, 10(11), 740.
- Kulczyński, B., & Gramza-Michałowska, A. (2016). Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67-76.
- Kurniasari, R. Y., Affandi, D. R., Yudhistira, B., & Sanjaya, A. P. (2019). Textural and sensory properties of little tuna fish balls (*Euthynnus affinis*) arrowroot flour substitutions (*Maranta arundinacea* Linn.) added with sodium tripolyphosphate. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 633, 012050.

- Mahmoudzadeh, M., Motallebi, A., Hosseini, H., Khaksar, R., Ahmadi, H., Jenap, E. ... Kamran, M. (2010). Quality changes of fish burgers prepared from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and without coating during frozen storage (-18 °C). *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 374-379.
- Martínez, L., Castillo, J., Ros, G., & Nieto, G. (2019). Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary, pomegranate and olive extracts in fish patties. *Antioxidants*, 8(4).
- Martínez-Zamora, L., Ros, G., & Nieto, G. (2020). Designing a clean label fish patty with olive, citric, pomegranate, or rosemary extracts. *Plants*, 9, 659.
- Noordin, W. N. M., Shunmugam, N., & Huda, N. (2014). Application of salt solution and vacuum packaging in extending the shelf life of cooked fish balls for home and retail uses. *J. Food Qual.*, 37, 444-452.
- Nguyen, L. A. D., Huynh, T. K. D., Nguyen, T. N. H., Nguyen, Q. T., & Tran, M. P. (2023). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the protection of the fishballs from knife fish (*Chitala chitala*) and striped catfish by-product (*Pangasianodon hypophthalmus*) against spoilage during frozen storage. *Food Research*, 7(2), 85-95.
- Özpolat, E., & Çoban, Ö. E. (2012). Kara balık (*Capoeta trutta*, Heckel, 1843) ve sarı balığın (*Capoeta umbla*, Heckel, 1843) köfte olarak değerlendirilmesi ve kalite kriterleri üzerine farklı muhafaza sıcaklıklarının etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(3), 127-131.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20(4), 411-420.
- Pezeshk, S., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2011). Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum-packaged rainbow trout stored at 4 ± 1 °C. *Journal of Food Science*, 76(6).
- Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2005). Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 89(3), 347-354.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. ... Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91(4), 621-632.
- Saleem, M., A El-Sherif, S., Sharaf, A., & Abo-Zeid, K. (2019). Influence of essential oils and frozen storage on quality parameters of catfish (*Clarias gariepinus*) burgers and fingers. *J Food Process Technol*, 10, 1-7.
- Sallam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, 566-575.
- Silbande, A., Adenet, S., Smith-Ravin, J., Joffraud, J. J., Rochefort, K., & Leroi, F. (2016). Quality assessment of ice-stored tropical yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and influence of vacuum and modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 60, 62-72
- Shi, J., Lei, Y., Shen, H., Hong, H., Yu, X., Zhu, B. ... Luo, Y. (2019). Effect of glazing and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on preservation of mud shrimp (*Solenocera melanthero*) during frozen storage. *Food Chemistry*, 272, 604-612.

- Taskaya, L., Hasanhocaoglu, H., Metini, C., & Alparslan, Y. (2018). The effect of lavender (*Lavandula stoechas*) on the shelf life of a traditional food: hamsi kaygana. *Food Sci. Technol, Campinas*, 38, 711-718.
- Uçak, I., Özogul, Y., & Durmuş, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1157-1163.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, İstanbul.

How to cite this article/Bu makaleye atıf için:

Emir Çoban, Ö. (2024). Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'ndan hazırlanan köftelerin kimyasal ve duyusal kalitesi üzerine goji berry ekstraktın etkisi. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 198-210. <https://doi.org/10.56728/dustad.1594346>