

E-ISSN 2602-2834 Vol. 11 Issue 3 2025

# FOOD and HEALTH

<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

# FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA  
Vegetables Seafood Quality  
Moisture Life Antioxidant  
Pastorization Food Safety  
Sugar HACCP Processing Food  
Control Spoilage Packaging Technology  
Dietary Fiber Water Nutrition Science  
Fat HACCP Sensory Milk Safety  
Meat Omega-3 Supplement  
Temperature Additives Chemistry  
Antioxidant Bread Storage

**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-  
2834

## Chief Editor:

**Prof.Dr. Nuray ERKAN**, Istanbul-Türkiye  
nurerk@istanbul.edu.tr  
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

## Co-Editor in Chief:

**Prof.Dr. Özkan ÖZDEN**, Istanbul- Türkiye  
ozden@istanbul.edu.tr  
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

## Language Editor:

**Dr. İdil CAN TUNÇELLİ**, Istanbul- Türkiye  
ozden@istanbul.edu.tr  
Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

## Cover Photo:

**Prof.Dr. Özkan ÖZDEN**, Istanbul- Türkiye  
ozden@istanbul.edu.tr

## Editorial Board:

**Prof.Dr. Sencer BUZRUL**, Konya-Türkiye  
b.bhandari@uq.edu.au  
0000-0003-2272-3827  
University of Necmettin Erbakan, Faculty of Engineering,  
Department of Food Engineering

**Prof.Dr. İBRAHİM ÇAKIR**, Bolu- Türkiye  
ibrahimcakir@ibu.edu.tr  
0000-0001-7775-1871  
University of Abant İzzet Baysal, Faculty of Engineering, Department  
of Food Engineering

**Prof.Dr. Stephan G. DRAGOEV**, Plovdiv-Bulgaria  
logos2000lt@gmail.com  
0000-0003-4817-6008  
University of Food Technologies

**Prof.Dr. Carsten HARMS**, Bremerhaven-Germany  
charms@hs-bremerhaven.de  
0000-0002-8950-1869  
Bremerhaven Institute for Applied Molecular Biology

**Prof.Dr. Marcello IRITI**, Milano-Italy  
marcello.iriti@unimi.it  
0000-0002-5063-1236  
Milan State University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Department of Agricultural and Environmental Sciences

**Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ**, Aksaray- Türkiye  
aoksuz@erbakan.edu.tr  
0000-0001-8778-9320  
University of Aksaray, Faculty of Nutrition and Health

**Prof.Dr. Rovnag RZAYEV**, Azerbaijan-Baku  
Rovnaq.rzayev@unec.edu.az  
0000-0003-2531-4914  
Azerbaijan State Economy University

**Prof.Dr. Aydın YAPAR**, Aydın- Türkiye  
ayapar@pau.edu.tr  
0000-0003-4921-1995  
Pamukkale University, Faculty of Engineering,  
Department of Food Engineering

**Prof.Dr. Serap COŞANSU**, Sakarya-Türkiye  
scosansu@sakarya.edu.tr  
0000-0003-2875-1335  
Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Food  
Engineering

**Assoc.Prof.Dr. Hafize FİDAN**, Plovdiv-Bulgaria  
hafizefidan@abv.bg  
0000-0002-3373-5949  
University of Food Technologies



**Publisher Özkan Özden**

Copyright © 2025 ScientificWebJournals Web Portal

Address: Abdi Bey Sok. KentPlus Kadıköy Sitesi No:24B D. 435 Kadıköy/İstanbul, Türkiye

E-mail: [ozden@istanbul.edu.tr](mailto:ozden@istanbul.edu.tr)

for submission instructions, subscription and all other information, visit

<http://ifhs.scientificwebjournals.com>

# FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA  
Vegetables Seafood Temperature  
Toxins Quality Antioxidant  
Moisture Food Additives  
Pasture Life Chemistry Grain  
Sugar HA CCRP Food Technology  
Processing Nutrition  
Control Safety Sensory  
Dietary Microbiology Milk  
Meat Omega-3 Supplement

**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-2834

## Aims and Scope

### FOOD and HEALTH

Abbreviation: **FOOD HEALTH**

e-ISSN: 2602-2834

Journal published in one volume of four issues per year by

<http://jfhs.scientificwebjournals.com> web page

The "Food and Health" journal will publish peer-reviewed (double-blind) articles covering all aspects of food science and its health effects, including original research articles (full papers and short communications) and review articles. Their team of experts provides editorial excellence, fast publication processes, and high visibility for your paper.

The journal's general topics include food, Seafood, Food Technology, Food Chemistry, Food Microbiology, Food Quality, Food Safety, Food Contaminants, Food Allergens, Food Packaging, Modified Food, Functional Food, Dietary Supplements, and nutrition, as well as their health effects.

Manuscripts submitted to the "Food and Health" journal will go through a double-blind peer review process. Each submission will be reviewed by at least two external, independent peer reviewers who are experts in their fields to ensure an unbiased evaluation process. The editorial board will invite an external and independent editor to manage the evaluation processes of manuscripts submitted by editors or by the editorial board members of the journal. Our journal will be published quarterly in either English or Turkish.

The journal's target audience includes specialists and professionals interested in all disciplines of food and nutrition sciences.

The journal's editorial and publication processes are shaped by the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors

(CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal conforms with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing ([doaj.org/bestpractice](http://doaj.org/bestpractice)).

"Food and Health" journal is indexed in the TUBITAK ULAKBIM TR Index, FAO/AGRIS, ERIH PLUS, SciLit, EBSCO, CABI, and Bielefeld Academic Search Engine (BASE).

Processing and publication are free of charge for the journal. No fees are requested from the authors at any point throughout the evaluation and publication process. All manuscripts must be submitted via the online submission system, which is available at

<http://dergipark.gov.tr/journal/1646/submission/start>.

The journal guidelines, technical information, and required forms are available on the journal's website.

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the ScientificWebJournals web portal, editors, editorial board, and/or publisher; the editors, editorial board, and publisher disclaim any responsibility or liability for such materials.

All published content is available online, free of charge, at <http://jfhs.scientificwebjournals.com>.

#### Editor in Chief:

Prof. Dr. Nuray ERKAN

**Address:** Istanbul University,  
Faculty of Aquatic Sciences,  
Department of Food Safety,  
Kalenderhane Mah. 16 Mart  
Şehitleri Cad. No: 2, 34134  
Fatih/Istanbul, Türkiye

E-mail: [nurerkan@istanbul.edu.tr](mailto:nurerkan@istanbul.edu.tr)



Vol. 11 Issue 3 Page 208-292 (2025)

## Content

### Research Articles

#### 1. Effects of adding pomegranate (*Punica granatum* L.) juice to marinade on the formation of malondialdehyde, glyoxal, and methylglyoxal in red meat 208–218

Güleren Sabuncular, Buse Sarıkaya, Esra Güney, Yağmur Yeşil, Hatice Köstereli, Mustafa Yaman

#### 2. Otizm spektrum bozukluğu tanılı çocukların beslenme davranışları, beslenme sorunları ve öğün düzeni: Kesitsel bir çalışma 219–230

Yaren Sağlam, Hande Bakırhan

#### 3. Evaluation of the quality and safety of Burdur şiş köfte: Physicochemical and microbiological perspective 231–239

Erdem Özmen, Birol Kılıç, Azim Şimşek

#### 4. Antibiotic resistance and prevalence of *Salmonella* spp. In the vegetable wash water from the tomato market, Lafia, Nasarawa, Nigeria 240–246

Daniel Ashefo, Emmanuel Oboh

#### 5. Determination of chemical, textural and sensorial properties of civil cheese consumed in Erzurum–Horrasan region 247–257

Duygu Çavuşoğlu, Enver Barış Bingöl

#### 6. Baklagil bazlı yoğurt analoglarının besinsel profili, duyu özellikleri ve antioksidan potansiyelinin araştırılması 258–267

Taha Gökmen Ülger, Esra Tunçer, Ercan Sarıca, Eda Nur Kutluboğa, Gülsüm Altuğ, Miray Bahadır

#### 7. Kadınlarda hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon, anksiyete ve stresin aracı rolü 268–278

Tuğba Türkkan, Kenan Bülbül, Tuba Eda Arpa Zemzemoğlu

### Review Articles

#### 8. Spirulina: Yetişkinler ve sporcular için besin desteği potansiyeli – literatür taraması 279–292

Gökçen Orak, Eren Canbolat

## Effects of adding pomegranate (*Punica granatum* L.) juice to marinade on the formation of malondialdehyde, glyoxal, and methylglyoxal in red meat

Güleren SABUNCULAR<sup>1</sup>, Buse SARIKAYA<sup>2</sup>, Esra GÜNEY<sup>3</sup>, Yağmur YEŞİL<sup>3</sup>, Hatice KÖSTERELİ<sup>3</sup>, Mustafa YAMAN<sup>4</sup>

### Cite this article as:

Sabuncular, G., Sarıkaya, B., Güney, E., Yeşil, Y., Köstereli, H., Yaman, M. (2025). Effects of adding pomegranate (*Punica granatum* L.) juice to marinade on the formation of malondialdehyde, glyoxal, and methylglyoxal in red meat. Food and Health, 11(3), 208-218. <https://doi.org/10.3153/FH25017>

<sup>1</sup> Marmara University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Amasya University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Amasya, Türkiye

<sup>3</sup> Department of Nutrition and Dietetics (Graduate), Faculty of Health Sciences, Marmara University, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, İstanbul, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

G.S. 0000-0001-5922-295X

B.S. 0000-0001-8555-6662

E.G. 0009-0001-9505-5076

Y.Y. 0009-0001-5644-9718

H.K. 0009-0002-5754-1310

M.Y. 0000-0001-9692-0204

Submitted: 31.01.2025

Revision requested: 27.02.2025

Last revision received: 09.03.2025

Accepted: 18.03.2025

Published online: 31.05.2025

### Correspondence:

Güleren SABUNCULAR

E-mail: [gulerenserin@hotmail.com](mailto:gulerenserin@hotmail.com)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

### ABSTRACT

This study investigated the impact of pomegranate juice (*Punica granatum* L.) as a marinade component on the formation of lipid oxidation- and glycation-related compounds in meat. Three different marination treatments (pomegranate juice, marinade, and a combination of both) and three marination durations (2, 6, and 24 hours) were applied. Malondialdehyde, glyoxal, and methylglyoxal levels were analysed via HPLC. The results revealed that pomegranate juice significantly reduced glyoxal formation, with the lowest glyoxal level recorded at 13.0 µg/100 g after 2 hours of marination ( $p<0.001$ ). In contrast, 6-hour marination with traditional marinade resulted in the highest glyoxal level (174.6 µg/100 g). The malondialdehyde levels were lowest in the pomegranate juice group after 24 hours (109.3 µg/100 g), whereas the methylglyoxal levels peaked at 24 hours (468.3 µg/100 g). The combination of pomegranate juice and marinade had intermediate effects, reducing oxidation but maintaining moderate methylglyoxal. This study is limited by its focus on specific markers and the exclusion of sensory attributes and other potential oxidation markers. Factors such as meat type, fat content, and pH were not evaluated. Pomegranate juice shows promise as a natural antioxidant, but further studies should explore sensory evaluation, different meat types, and the long-term stability of antioxidant effects during storage to enhance practical applications.

**Keywords:** Glycation, Lipid oxidation, Marination, Pomegranate juice, Red meat

## Introduction

Red meat plays a vital role in human nutrition because of its high nutritional content (Libera et al., 2021). However, the methods used in its preparation and consumption significantly impact both food safety and the sensory attributes of meat, such as flavour and aroma (Ashaolu et al., 2023). Grilling, one of the most popular cooking techniques for red meat, is particularly favoured alongside methods such as stewing and boiling (Li et al., 2023). Despite its widespread use, grilling and other high-temperature cooking methods are associated with the formation of mutagenic and hazardous compounds, which pose significant health risks, including an increased risk of cancer (Bukowska et al., 2023).

The thermal processing of meat, such as grilling, leads to the production of harmful compounds, including lipid oxidation products such as glyoxal (GO), methylglyoxal (MGO), and malondialdehyde (MDA), which negatively affect both food safety and human health (Yu et al., 2024). Lipid oxidation, a primary factor in meat quality degradation, not only alters flavour but also results in the production of harmful compounds associated with diseases such as cardiovascular disorders, cancer, and diabetes (Inan-Eroglu et al., 2020; Macho-González et al., 2021). Additionally, cooking processes contribute to the formation of advanced glycation end products (AGEs) through the Maillard reaction, particularly during high-temperature cooking methods such as frying and grilling (Inan-Eroglu et al., 2020). These AGEs are linked to chronic diseases, including cancer and diabetes, with GO and MGO serving as key precursors in their formation (Schalkwijk & Stehouwer, 2020; Wan et al., 2024).

To address these health risks, research has increasingly focused on natural antioxidants as potential solutions to mitigate the formation of harmful compounds during thermal processing. Polyphenols, which are abundant in various natural sources, have shown promise as effective antioxidants in meat and meat products (Domínguez et al., 2019; Papuc et al., 2017). For example, phenolic extracts from sources such as pomegranate, green tea, grape seeds, and rosemary have been found to reduce lipid and protein oxidation, whereas phenolic-rich marinades have been shown to mitigate cooking-induced chemical hazards (Dong et al., 2020; Gibis & Weiss, 2012; Keşkekoğlu & Üren, 2014).

In response to consumer demand for healthier and more natural food options, the meat industry is increasingly incorporating natural antioxidants such as polyphenols, flavonoids, and organic acids to replace synthetic additives (Hassanpour & Doroudi, 2023). Pomegranate, *Punica granatum* L. (*P.*

*granatum*), with its high phenolic content and potent antioxidant properties, has emerged as a particularly promising natural preservative. Known for its health benefits, including antitumour and antioxidant effects, pomegranate holds significant potential for enhancing the nutritional value and safety of meat products (Singh et al., 2023).

Marination, a critical step in meat processing, enhances the tenderness, flavour, and shelf life of meat while also reducing the formation of harmful compounds during cooking (Ehsanur Rahman et al., 2023). Studies suggest that incorporating pomegranate juice into marinades can increase meat quality and reduce the formation of hazardous compounds, such as MDA, GO, and MGO, during cooking (Altun et al., 2024; Aydemir et al., 2024; Guo et al., 2021; Liu et al., 2014; Matthaoui et al., 2014; Yu et al., 2024).

Pomegranate juice, characterised by its rich profile of organic acids, phenolic compounds, and natural sugars, presents a multifaceted advantage as a marination component. Unlike conventional acidic marinades, it not only offers a balanced pH and antimicrobial efficacy but also contributes to the nutritional enhancement of meat products through its bioactive compounds. Moreover, its potent antioxidant capacity effectively mitigates lipid oxidation, thereby improving both the safety and sensory attributes of marinated meat (Gullón et al., 2020; Lytoun et al., 2018). These multifaceted benefits supported its selection as a marinade component in this study.

This study aims to investigate the impact of adding pomegranate juice to meat marinades on the formation of MDA, GO, and MGO in red meat cooked at high temperatures. It is hypothesised that varying the duration of marination and the inclusion of pomegranate juice will significantly affect the levels of these harmful compounds, thereby offering a potential strategy for improving the health and safety of grilled meat.

## Materials and Methods

### Preparation of Samples

Pomegranates (*P. granatum* L.) were obtained from a local market in Gazipaşa, Antalya, and the pomegranate juices were squeezed by pressing. The beef tenderloin was obtained from local markets. The meat was sliced into equal thicknesses of 100 grams each, and 9 samples were obtained for different applications. Three different marinades (only pomegranate juice, only marinade, and marinade + pomegranate juice) and three different marination times (2, 6, and 24 hours)

were applied. The application types and sample numbers are given in Table 1.

### *Marinating the Meat Samples*

For the marination treatments, 30 mL of pomegranate juice or 30 mL of the standard marinade solution was applied individually to ensure a consistent liquid volume across all the samples. To evaluate the combined effects of pomegranate juice and the standard marinade, 30 mL of each solution (totalling 60 mL) was utilised, maintaining a fixed concentration of pomegranate juice across all experimental groups. The marination process involved complete immersion of the meat samples in the marinade, with intermittent mixing to promote uniform absorption. During subsequent analyses, only the marinade absorbed by the meat matrix was evaluated, excluding excess surface liquid. This approach ensured that the initial marinade volume did not influence the final analytical measurements, thereby providing reliable and comparable results across different treatment samples. The marinade solution contained 1.54% salt, 0.0068% black pepper, 0.0059% onion, 0.0146% coral mole, and 0.0008% rosemary (McKenna et al., 2003). One hundred grams of meat was marinated in 30 ml of marinade liquid for 2, 6, and 24 hours (M2, M6, and M24, respectively). One hundred grams of meat was mixed with 30 ml of pomegranate juice for 2, 6, or 24 hours (P2, P6, P24). One hundred grams of meat was marinated in 30 ml of pomegranate juice + 30 ml of marinade mixture for 2, 6, or 24 hours (PM2, PM6, or PM24). The meat was marinated via the immersion method. To ensure consistency across all samples, the marination solutions were prepared in standardised volumes and concentrations. Each sample was fully submerged in the designated marinade, with consistent mixing applied to maintain uniform exposure to the marination solution. The marinating process was conducted at a controlled temperature below 4.4°C to prevent microbial growth and ensure sample stability (Smith & Acton, 2000).

### *Cooking the Meat Samples*

Following the marination period, the meat was cooked on an electric grill at 230°C, a temperature commonly used in

household grilling practices. The cooking process was continued until the internal temperature of the meat reached 75°C, which aligns with the recommended safe cooking temperature for red meat according to food safety guidelines. The internal temperature of the meat was monitored and regulated via a probe thermometer. The cooked meats were then packaged separately and labelled with the corresponding sample number. The prepared samples were vacuum-packed to prevent contact with oxygen and stored at -18°C until analysis.

### *Chemical Analysis*

#### **AGE Precursors (Glyoxal and Methylglyoxal)**

Analyses of glyoxal (GO) and methylglyoxal (MGO) in the samples were performed using an HPLC system after extraction and derivatisation procedures. A 0.1 N hydrochloric acid solution was prepared by mixing 8.28 mL of concentrated hydrochloric acid with deionised water to a final volume of 1000 mL. The mobile phase for HPLC consisted of methanol, water, and acetonitrile at a 42:56:2 (v/v/v) ratio.

For extraction and derivatisation, 5 g of each sample was homogenised in 25 mL of methanol using an Ultra-Turrax homogeniser for 1 minute, followed by centrifugation at 8000 rpm for 5 minutes. A 0.5 mL aliquot of the supernatant was transferred into a glass tube and mixed with phosphate buffer (pH 3) and 0.5 mL of a derivatisation solution containing 4-nitro-1,2-phenylenediamine (50 mg dissolved in 50 mL of methanol). The mixture was incubated at 70°C in a water bath for 30 minutes. After derivatisation, the solution was filtered through a 0.45 µm cellulose acetate filter and injected into the HPLC system.

HPLC analysis was carried out using an Inertsil Zorbax C-18 column (4.6 mm × 150 mm). The detection wavelength was set to 255 nm, with an injection volume of 10 µL and a flow rate of 1 mL/min. This method ensures efficient separation and quantification of GO and MGO, enabling the assessment of AGE precursors in the analysed samples.

**Table 1.** Sample Groups based on Marination Type and Duration

| Marinating solutions                         | Marination duration |     |      |
|----------------------------------------------|---------------------|-----|------|
|                                              | 2 h                 | 6 h | 24 h |
| Pomegranate juice (30 mL)                    | P2                  | P6  | P24  |
| Marinade (30 mL)                             | M2                  | M6  | M24  |
| Pomegranate juice (30 mL) + Marinade (30 mL) | PM2                 | PM6 | PM24 |

### Malondialdehyde (MDA)

The determination of MDA was carried out via HPLC following the preparation of derivatised samples and the mobile phase. A trichloroacetic acid (TCAA) solution (10%) was prepared by dissolving 100 g of TCAA in deionised water to a final volume of 1000 mL. Thiobarbituric acid (TBA) solution (0.67%) was prepared by dissolving 1.675 g of TBA in double-distilled water and diluting it to 250 mL. A tetraethoxypropane standard was prepared by diluting 0.5 mL of the stock solution in 100 mL of ethanol and further diluting 0.1 mL of this solution to 100 mL with deionised water to achieve a final concentration of 20 µL/L. For the pregallol solution (7.2%), 7.2 g of pregallol was dissolved in 100 mL of ethanol. For standard preparation, 0.1 mL of tetraethoxypropane solution was added to a test tube, followed by the addition of 1 mL of TCAA and 1 mL of TBA solution. The mixture was incubated in a water bath at 90°C for 10 minutes, cooled, filtered through a 0.45 µm cellulose acetate filter, and analysed via HPLC. The mobile phase was prepared by mixing 0.05 M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  buffer solution with methanol and acetonitrile at a 72:17:11 (v/v/v) ratio.

The samples (5 g each) were homogenised in 25 mL of TCAA solution using an Ultra-Turrax homogeniser for 1 minute and then centrifuged at 8000 rpm for 5 minutes. A 1 mL aliquot of the supernatant was mixed with 1 mL of TBA solution for derivatisation and incubated in a water bath at 90°C for 30 minutes. The derivatised samples were filtered through a 0.45 µm cellulose acetate filter and analysed via HPLC.

HPLC analysis was performed via a Shimadzu HPLC-UV system equipped with an Inertsil ODS-3 column (4.6 mm × 150 mm). The wavelength was set to 530–550 nm, the injection volume was 10 µL, and the flow rate was 1 mL/min. This method allowed for the precise quantification of MDA in the samples.

### Statistical Analyses

All the analyses were carried out in triplicate, and the data are presented as the means ± SD. For all the data, univariate analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post hoc test was applied via the SPSS 26.0 package program. Statistical significance was accepted as  $p < 0.05$  in all analyses.

### Results and Discussion

As shown in Table 2, the glyoxal levels in grilled beef tenderloins varied significantly based on the marination type and duration. Pomegranate juice alone resulted in the lowest glyoxal levels, with 2-hour marination yielding 13.0 µg, which was significantly lower than that at 6 hours (171.6 µg) and 24

hours (93.3 µg) ( $p < 0.05$ ). In contrast, marination with marinade alone showed no clear time-dependent trend, with levels increasing from 60.3 µg at 2 hours to 174.6 µg at 6 hours and decreasing to 109.3 µg at 24 hours ( $p < 0.05$ ). The combination of pomegranate juice and marinade had the lowest glyoxal level at 24 hours (72.3 µg), which was significantly lower than that at 2 hours (143.3 µg) and 6 hours (133.6 µg) ( $p < 0.05$ ). Across all the conditions, the lowest glyoxal level was observed with 2-hour pomegranate juice marination (13.0 µg), and the highest glyoxal level was observed with 6-hour marination-only marination (174.6 µg).

Cooking meat can produce harmful compounds such as glyoxal, but recent studies have shown that natural ingredients, such as herbs and polyphenol-rich extracts, can significantly reduce their formation (Altun et al., 2024; Aydemir et al., 2024; Liu et al., 2014; Yu et al., 2024). In one study, beef tenderloins were marinated in cranberry juice at two different concentrations (25% and 50%) for three durations (2, 6, and 24 hours) and then cooked in an air fryer at 200°C for 12 minutes. The results revealed that increasing the cranberry juice concentration and marination time significantly inhibited the formation of the AGE precursor N $\epsilon$ -(carboxymethyl)lysine (CML), whereas N $\epsilon$ -(carboxyethyl)lysine (CEL) formation remained unaffected. The CML level decreased by up to 12.39 µg/g, reaching as low as 1.2 µg/g (Altun et al., 2024). Similarly, in Aydemir et al.'s (2024) study, beef tenderloins were marinated in hawthorn vinegar at two different concentrations (25% and 50%) and for three different durations (2, 6, and 24 hours), followed by cooking in an air fryer at 200°C for 12 minutes. As a result, increasing the concentration and marination time significantly inhibited the formation of CML and CEL. The 24-hour marination process reduced CML levels from 13.75 µg/g to 2.5 µg/g, whereas CEL levels decreased from 17.58 µg/g to 16.63 µg/g. Although CEL formation was inhibited at low levels, it remained stable (Aydemir et al., 2024). In another study, beef patties were divided into four groups: a control group without spices and three experimental groups containing 0.5% (w/w) rosemary, turmeric, or bay leaf powder. The patties were mixed at 4°C for 12 hours and then heated at 230°C for 15 minutes in an oven. The addition of 0.5% rosemary, turmeric, or bay leaf to roasted beef patties significantly reduced glyoxal levels, with inhibition rates of 49.07% for rosemary, 14.72% for turmeric, and 7.89% for bay leaf (Yu et al., 2024). The glyoxal inhibition observed with pomegranate juice in our study could be attributed to its specific polyphenolic profile shown in previous studies (Altun et al., 2024; Aydemir et al., 2024; Liu et al., 2014). Air-fried beef tenderloins marinated with concentrated juice reported that compounds such as quinic acid, gallic acid, protocatechuic acid, and ellagic acid, which

are found in high amounts in the juice, inhibit the formation of AGEs by binding to glyoxal (Altun et al., 2024; Aydemir et al., 2024). Furthermore, several compounds, including quercetin (Liu et al., 2014), catechin, epigallocatechin, and kaempferol (Aydemir et al., 2024), which highly contain pomegranate, have been identified as inhibitors of AGE formation in foods. These findings align with our results, suggesting that the rich polyphenolic content of pomegranate juice plays a critical role in mitigating glyoxal formation and subsequent AGE development during cooking processes.

Our findings revealed that marinating meat in pomegranate juice for 2 hours resulted in the lowest levels of glyoxal. In contrast, marination periods of 6 or 24 hours led to increased glyoxal formation. Short-term marination (20 minutes to 3 hours) has been shown to improve water retention, enhance texture, and reduce the formation of harmful compounds in cooked meat (Goli et al., 2014). However, longer marination durations (6–24 hours) are not considered to provide additional benefits, as they may lead to adverse effects, including a reduction in antioxidant properties and an increase in protein degradation (Kęska et al., 2019).

The methylglyoxal (MGO) levels in grilled beef tenderloins varied based on the marination type and duration (Table 3). For samples marinated with pomegranate juice alone, the highest MGO level was observed after 24 hours (468.3  $\mu\text{g}$ ), which was significantly greater than the level after 2 hours (287  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ). In contrast, for samples marinated with marinade alone, there were no significant differences in MGO levels across marination durations ( $p > 0.05$ ).

When marinated with a combination of pomegranate juice and marinade, the highest MGO level was observed at 6 hours (401.3  $\mu\text{g}$ ), and the lowest at 24 hours (324  $\mu\text{g}$ ), with a significant difference between these times ( $p < 0.05$ ). At 2 h, the highest MGO level was detected in the combination group (382.3  $\mu\text{g}$ ), whereas the lowest was detected in the marinade-only group (195.6  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ).

After 24 hours, the highest MGO level was recorded in the pomegranate juice group (468.3  $\mu\text{g}$ ), and the lowest was recorded in the marinade-only group (236  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ). These results emphasise that marination type and duration significantly influence MGO levels, with pomegranate juice contributing to higher levels over extended marination periods.

In meat products, methylglyoxal (MGO) can form during processing and cooking, particularly during grilling (Duman & Kurban, 2022). Our findings partially align with the literature, which demonstrates that certain polyphenolic compounds in pomegranate juice, such as punicalagin, ellagic

acid, and gallic acid, have a strong ability to inhibit nonenzymatic glycation by scavenging MGO (Liu et al., 2014). Specifically, punicalagin exhibited vigorous antiglycation activity, reducing the MGO content by 84.6% (Liu et al., 2014). Additionally, Yu et al. (2024) reported that natural plant-based antioxidants such as rosemary, turmeric, and bay leaf reduced MGO levels in meat products by 41.81%, 21.30%, and 13.93%, respectively. However, our results indicate that prolonged marination with pomegranate juice alone may lead to increased MGO levels, potentially due to the extended exposure of meat to sugars and reactive carbonyl species within the juice (Duman & Kurban, 2022). Furthermore, studies on dietary supplementation with *P. granatum* L. concentrate have demonstrated a 9.8% reduction in plasma MGO levels after 4 weeks (Bednarska et al., 2023), revealing the antiglycation effects of pomegranate-derived compounds.

Marination with polyphenol-rich extracts can reduce lipid oxidation in meats; however, prolonged marination may not always be beneficial, as it can increase protein and peptide hydrolysis, diminishing antioxidant properties (Kęska et al., 2019). In our study, prolonged marination resulted in browning until the internal temperature reached 75°C, likely due to changes in the pomegranate juice composition over time. Its high organic acid content, including ellagic acid, ascorbic acid, malic acid, and citric acid, along with carboxylate groups, may contribute to this effect (Renda & Şöhretoğlu, 2024). Weak acids and their conjugate bases catalyse sugar anomerization and degradation, whereas carboxylate ions promote Maillard and other nonenzymatic browning reactions by generating reactive intermediates from sugars (Kaufmann et al., 2018). These reactions, along with acid-induced protein modifications, may explain the increase in MGO levels observed with prolonged marination.

The malondialdehyde (MDA) levels also varied significantly depending on the type and duration of marination (Table 4). For samples marinated with pomegranate juice alone, the lowest MDA level was observed after 24 hours (109.3  $\mu\text{g}$ ), which was significantly lower than that observed after 2 hours (221.6  $\mu\text{g}$ ) or 6 hours (196.6  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ). No significant differences were noted between 2 and 6 hours ( $p > 0.05$ ).

For samples marinated with the marinade alone, no significant differences in MDA levels were found across marination durations ( $p > 0.05$ ). In contrast, for samples marinated with a combination of pomegranate juice and marinade, the MDA levels decreased with increasing marination time, from 360.3  $\mu\text{g}$  at 2 hours to 141.3  $\mu\text{g}$  at 24 hours ( $p < 0.05$ ).

Across all marination conditions and durations, the highest MDA level was observed after 2 hours of marination with

pomegranate juice + marinade (360.3  $\mu\text{g}$ ). In contrast, the lowest was found after 24 hours of marination with pomegranate juice alone (109.3  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ). For 24-hour marination, the MDA levels were significantly different between the marination types, with the highest level in the marination-only group (183.6  $\mu\text{g}$ ) and the lowest in the pomegranate juice group (109.3  $\mu\text{g}$ ) ( $p < 0.05$ ).

These results align with findings in the literature, which report the antioxidative effects of pomegranate-derived products on lipid oxidation. Yu et al. (2024) demonstrated that spices such as rosemary and turmeric significantly reduce MDA levels, resulting in inhibition rates of up to 93.46%. Similarly, Turgut et al. (2017) and Naveena et al. 2008 reported that pomegranate peel extract and juice effectively inhibited MDA formation in beef meatballs and cooked chicken patties during storage.

**Table 2.** Effects of different marinating solutions and times on the GO content

| Samples | Mean $\pm$ SD ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) | 95% CI        | <i>p</i> value |
|---------|----------------------------------------------|---------------|----------------|
| P2      | 13.0 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>                  | 10.5 - 15.4   | <0.001         |
| M2      | 60.3 $\pm$ 2.5 <sup>b</sup>                  | 54.1 - 66.5   |                |
| PM2     | 143.3 $\pm$ 6.5 <sup>c</sup>                 | 127.1 - 159.4 |                |
| P6      | 171.6 $\pm$ 8.0 <sup>d</sup>                 | 151.7 - 191.5 |                |
| M6      | 174.6 $\pm$ 8.0 <sup>d</sup>                 | 154.7 - 194.5 |                |
| PM6     | 133.6 $\pm$ 6.0 <sup>c</sup>                 | 118.6 - 148.6 |                |
| P24     | 93.3 $\pm$ 4.5 <sup>e</sup>                  | 82.1 - 104.5  |                |
| M24     | 109.3 $\pm$ 4.5 <sup>f</sup>                 | 98.1 - 120.5  |                |
| PM24    | 72.3 $\pm$ 3.5 <sup>b</sup>                  | 63.6 - 81.1   |                |

Different superscript letters (a-f) within the same column indicate statistically significant differences between groups ( $p < 0.05$ ) as determined by one-way ANOVA and Tukey's post hoc test. Identical letters denote no significant difference between values

**Table 3.** Effect of different marinating solutions and times on MGO levels

| Samples | Mean $\pm$ SD ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) | 95% CI        | <i>p</i> value |
|---------|----------------------------------------------|---------------|----------------|
| P2      | 287.0 $\pm$ 12.5 <sup>a</sup>                | 255.8 - 318.1 | <0.001         |
| M2      | 195.6 $\pm$ 9.0 <sup>b</sup>                 | 173.2 - 218.1 |                |
| PM2     | 382.3 $\pm$ 17.0 <sup>c</sup>                | 340.0 - 424.6 |                |
| P6      | 369.0 $\pm$ 16.5 <sup>c</sup>                | 327.9 - 410.0 |                |
| M6      | 201.6 $\pm$ 9.0 <sup>b</sup>                 | 179.2 - 224.1 |                |
| PM6     | 401.3 $\pm$ 18.0 <sup>c</sup>                | 356.5 - 446.1 |                |
| P24     | 468.3 $\pm$ 21.0 <sup>d</sup>                | 416.1 - 520.5 |                |
| M24     | 236.0 $\pm$ 10.5 <sup>b</sup>                | 209.8 - 262.1 |                |
| PM24    | 324.0 $\pm$ 14.5 <sup>a</sup>                | 287.9 - 360.1 |                |

Different superscript letters (a-d) within the same column indicate statistically significant differences between groups ( $p < 0.05$ ) as determined by one-way ANOVA and Tukey's post hoc test. Identical letters denote no significant difference between values

Pomegranate juice likely prevents MDA and glyoxal formation through multiple mechanisms. Rich with polyphenols such as ellagic acid, punicalagin, and anthocyanins, it neutralises reactive carbonyl species and inhibits lipid peroxidation (Liu et al., 2014; Matthaïou et al., 2014). Additionally, its consumption increases glutathione (GSH) levels. It enhances the activity of antioxidant enzymes, including superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione S-transferase (GST), while reducing MDA levels (El-Shehawi et al., 2022; Shaban et al., 2014). Pomegranate juice also modulates key signalling pathways, such as the NF- $\kappa$ B and NRF2 pathways, to mitigate inflammation, contributing to its protective role against acrylamide-induced oxidative stress (El-Shehawi et al., 2022; Mukherjee et al., 2021). Furthermore, punicalagin reduces glyoxal accumulation, inhibits the formation of AGEs, and accelerates glyoxal metabolism and excretion (Liu et al., 2014).

Our findings further support the potential of pomegranate juice as a natural antioxidant in meat products, particularly when used as a marinade. *In vivo* research has shown that consuming pomegranate juice or pomegranate extract with a high-fat hamburger pattern can reduce postprandial urinary MDA levels in humans (Henning et al., 2017). Additionally, pomegranate rind extract is an effective alternative to synthetic preservatives in fat-rich meat products, improving lipid oxidative stability and microbiological characteristics during refrigerated storage (Dua et al., 2016). Our findings similarly show that pomegranate juice can improve the oxidative stability of grilled beef tenderloins, with the lowest MDA levels observed after 24 hours of marination.

The primary aim in cooked meats is to minimise hazardous compounds (Yu et al., 2024), with the addition of antioxidants being a key strategy to inhibit lipid oxidation in meat products (Domínguez et al., 2019). Polyphenols are effective antioxidants in meat products because of their ability to chelate prooxidative metals, scavenge free radicals, and control lipid oxidation (Nikmaram et al., 2018; Papuc et al., 2017). Studies on culinary spices and herbs have shown that their effectiveness in limiting lipid oxidation during the cooking of high-fat beef and beef meatballs is strongly correlated with their phenolic content (Keşkekoğlu & Üren, 2014; Liu et al., 2014; Matthaïou et al., 2014; Xie et al., 2022). Studies have shown that polyphenols in marinades significantly reduce li-

pid oxidation, whereas the marination process enhances polyphenol distribution, maximising antioxidant effects (Keşkekoğlu & Üren, 2014; Xie et al., 2022). In one study, beef and chicken patties containing 0.5% (w/w) pomegranate seed extract were cooked via four different methods: baking, pan-frying, grilling, and deep-frying. Pomegranate seed extract reduced total heterocyclic aromatic amine (HAA) formation by 39% during grilling and 46% during deep-frying in beef patties. In contrast, in chicken patties, it decreased HAA formation by 49% during deep-frying. However, a 70% increase in HAA formation was observed during baking (Keşkekoğlu & Üren, 2014). Another study evaluated the impact of tea polyphenol (TP, 0.3 g/kg) application on lipid oxidation by dividing the samples into three groups, all of which were stored at 4°C for 2 hours: the control group was stored directly, the unmarinated group was first stored and then treated with TP, and the marinated group was first treated with TP and then stored. The results demonstrated that the marinated samples presented the lowest peroxide value, TBARS level, polyunsaturated fatty acid loss, free radical level, and lipoxygenase activity, suggesting that the marination process enhanced the antioxidant effects of tea polyphenols, thereby effectively inhibiting lipid oxidation (Xie et al., 2022). Pomegranate juice is an abundant source of polyphenolic compounds that can effectively reduce lipid oxidation (Liu et al., 2014; Matthaïou et al., 2014).

This study has several limitations. The study focused solely on beef tenderloin, which limits the generalizability of the findings to other meat types. The study did not assess how factors such as meat type, fat content, and pH might influence oxidation and glycation reactions. Additionally, only grilling at 230°C was evaluated, and other cooking methods may yield different outcomes. The analysis was limited to specific oxidative markers (GO, MGO, and MDA), excluding other potential markers such as hydroperoxides. Furthermore, the study did not assess sensory attributes such as taste and texture, which could impact the practical applicability of the findings. Despite these limitations, this study provides new insights into the antioxidant potential of pomegranate juice in meat marination. The experimental design included multiple marination durations (2, 6, and 24 hours) to evaluate the time-dependent effects. The use of HPLC analysis enhances data reliability. These findings support the use of natural antioxidants as alternatives for reducing harmful oxidation products in grilled meats, with potential benefits for the food industry.

**Table 4.** Effect of different marinating solutions and times on the MDA content

| Samples | Mean±SD (µg/100 g)          | 95% CI        | <i>p</i> value |
|---------|-----------------------------|---------------|----------------|
| P2      | 221.6 ±10.0 <sup>d,e</sup>  | 196.7 - 246.5 | <0.001         |
| M2      | 198.6 ±9.0 <sup>c,d</sup>   | 176.2 - 221.1 |                |
| PM2     | 360.3 ±16.0 <sup>f</sup>    | 320.4 - 400.1 |                |
| P6      | 196.6 ±9.0 <sup>c,d</sup>   | 174.2 - 219.1 |                |
| M6      | 209.6 ±9.0 <sup>c,d,e</sup> | 187.2 - 232.1 |                |
| PM6     | 233.0 ±10.5 <sup>e</sup>    | 206.8 - 259.1 |                |
| P24     | 109.3 ±4.5 <sup>a</sup>     | 98.1 - 120.5  |                |
| M24     | 183.6 ±8.0 <sup>c</sup>     | 163.7 - 203.5 |                |
| PM24    | 141.3 ±6.5 <sup>b</sup>     | 125.1 - 157.4 |                |

Different superscript letters (a-f) within the same column indicate statistically significant differences between groups ( $p < 0.05$ ) as determined by one-way ANOVA and Tukey's post hoc test. Identical letters denote no significant difference between values

## Conclusion

This study highlights the potential of pomegranate juice as a natural marinade to mitigate oxidation and glycation-related compounds in grilled beef. These results demonstrate that pomegranate juice effectively reduces glyoxal and malondialdehyde levels, enhancing the nutritional quality and safety of cooked meat. However, its impact on methylglyoxal formation requires further investigation.

Given the increasing consumer demand for natural food preservatives, incorporating pomegranate juice into meat processing may offer a practical and health-promoting alternative to synthetic additives. Future research should focus on optimising marination conditions, assessing the effects of marination on different meat types, and evaluating sensory attributes to improve consumer acceptance. Additionally, studies exploring the long-term stability of antioxidant effects during storage and the impact of pomegranate juice on the sensory qualities of meat products are recommended. These findings contribute to the broader application of natural antioxidants in the food industry, supporting efforts to develop healthier and safer meat products.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of interest:** The author(s) declare that they have no actual, potential, or perceived conflicts of interest related to this article.

**Ethics committee approval:** The authors declare that this study does not involve experiments with human or animal subjects, and therefore, ethics committee approval is not required.

**Data availability:** Data will be made available at the request of the author(s).

**Funding:** This study was funded by TÜBİTAK 2209-A (project number: 1919B012209740).

**Acknowledgements:** We thank the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK).

**Disclosure:** -

## References

- Altun, S.K., Aydemir, M.E., Takım, K., Yilmaz, M.A., & Yalçın, H. (2024). Inhibition of Nε-(carboxymethyl) lysine and Nε-(carboxyethyl) lysine formation in air-fried beef tenderloins marinated with concentrated cranberry juice. *Food Bioscience*, 60, 104336. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104336>
- Ashaolu, T.J., Khalifa, I., Mesak, M.A., Lorenzo, J.M., & Farag, M.A. (2023). A comprehensive review of the role of microorganisms on texture change, flavor and biogenic amines formation in fermented meat with their action mechanisms and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(19), 3538-3555. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1929059>
- Aydemir, M.E., Altun, S.K., Takım, K., Yilmaz, M.A., & Yalçın, H. (2024). Inhibitory effect of homemade hawthorn vinegar-based marinade on Nε-(carboxymethyl) lysine and Nε-(carboxyethyl) lysine formation in beef tenderloins. *Meat science*, 214, 109535. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109535>
- Bednarska, K., Fecka, I., Scheijen, J.L., Ahles, S., Vangrieken, P., & Schalkwijk, C.G. (2023). A Citrus and pomegranate complex reduces methylglyoxal in healthy elderly subjects: secondary analysis of a double-blind randomized cross-over clinical trial. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17), 13168. <https://doi.org/10.3390/ijms241713168>
- Bukowska, B., Duchnowicz, P., Tumer, T.B., Michałowicz, J., & Krokosz, A. (2023). Precarcinogens in food—Mechanism of action, formation of DNA adducts and preventive measures. *Food Control*, 152, 109884. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109884>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F.J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Dong, H., Xian, Y., Li, H., Bai, W., & Zeng, X. (2020). Potential carcinogenic heterocyclic aromatic amines (HAAs) in foodstuffs: Formation, extraction, analytical methods, and mitigation strategies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 365-404. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12527>
- Dua, S., Bhat, Z., & Kumar, S. (2016). Pomegranate (*Punica granatum*) rind extract as an efficient alternative to synthetic preservatives in fat-rich meat products. *Nutrition & Food Science*, 46(6), 844-856. <https://doi.org/10.1108/NFS-05-2016-0061>
- Duman, E., & Kurban, H. (2022). Investigation of in vitro formation of advanced lipoxidation end products and advanced glycation end products precursors in high-fat processed meat products. *Food Science and Technology*, 42, e110921. <https://doi.org/10.1590/fst.110921>
- Ehsanur Rahman, S.M., Islam, S., Pan, J., Kong, D., Xi, Q., Du, Q., Yang, Y., Wang, J., Oh, D.-H., & Han, R. (2023). Marination ingredients on meat quality and safety—A review. *Food Quality and Safety*, 7, fyad027. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad027>
- El-Shehawi, A. M., Sayed, S., Hassan, M. M., Al-Otaibi, S., Althobaiti, F., Elseehy, M.M., & Soliman, M. (2022). Taify pomegranate juice (TPJ) abrogates acrylamide-induced oxidative stress through the regulation of antioxidant activity, inflammation, and apoptosis-associated genes. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 833605. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.833605>
- Gibis, M., & Weiss, J. (2012). Antioxidant capacity and inhibitory effect of grape seed and rosemary extract in marinades on the formation of heterocyclic amines in fried beef patties. *Food Chemistry*, 134(2), 766-774. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.179>
- Goli, T., Ricci, J., Bohuon, P., Marchesseau, S., & Colli-gnan, A. (2014). Influence of sodium chloride and pH during acidic marination on water retention and mechanical properties of turkey breast meat. *Meat science*, 96(3), 1133-1140. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.031>
- Gullón, P., Astray, G., Gullón, B., Tomasevic, I., & Lorenzo, J.M. (2020). Pomegranate peel as a suitable source of high-added value bioactives: Tailored functionalized meat products. *Molecules*, 25(12), 2859. <https://doi.org/10.3390/molecules25122859>
- Hassanpour, S.H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna journal of phytomedicine*, 13(4), 354. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>

Henning, S.M., Hsu, M., Yang, A.D., Thames, G., Lee, R. P., Huang, J., Heber, D., & Li, Z. (2017). In vivo antioxidant potency of pomegranate juice and extract consumed with a cooked hamburger meat patty containing oxidized lipids. *The FASEB Journal*, 31, 972.916-972.916.

[https://doi.org/10.1096/fasebj.31.1\\_supplement.972.16](https://doi.org/10.1096/fasebj.31.1_supplement.972.16)

Inan-Eroglu, E., Ayaz, A., & Buyuktuncer, Z. (2020). Formation of advanced glycation endproducts in foods during cooking process and underlying mechanisms: a comprehensive review of experimental studies. *Nutrition research reviews*, 33(1), 77-89.

<https://doi.org/10.1017/S0954422419000209>

Kaufmann, M., Krüger, S., Mügge, C., & Kroh, L.W. (2018). General acid/base catalysis of sugar anomerization. *Food Chemistry*, 265, 216-221.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.101>

Kęska, P., Wójciak, K.M., & Stadnik, J. (2019). Effect of marination time on the antioxidant properties of peptides extracted from organic dry-fermented beef. *Biomolecules*, 9(10), 614.

<https://doi.org/10.3390/biom9100614>

Keşkekoğlu, H., & Üren, A. (2014). Inhibitory effects of pomegranate seed extract on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef and chicken meatballs after cooking by four different methods. *Meat science*, 96(4), 1446-1451.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.004>

Li, J., Han, D., Huang, F., & Zhang, C. (2023). Effect of reheating methods on eating quality, oxidation and flavor characteristics of Braised beef with potatoes dish. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31, 100659.

<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100659>

Libera, J., Hlowiecka, K., & Stasiak, D. (2021). Consumption of processed red meat and its impact on human health: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(12), 6115-6123.

<https://doi.org/10.1111/ijfs.15270>

Liu, W., Ma, H., Frost, L., Yuan, T., Dain, J.A., & Seeram, N.P. (2014). Pomegranate phenolics inhibit formation of advanced glycation endproducts by scavenging reactive carbonyl species. *Food & function*, 5(11), 2996-3004.

<https://doi.org/10.1039/C4FO00538D>

Ly Lytoun, A.E., Nychas, G.J.E., & Panagou, E.Z. (2018). Effect of pomegranate-based marinades on the microbiological, chemical, and sensory quality of chicken meat: A metabolomics approach. *International Journal of Food Microbiology*, 267, 42-53.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.023>

Macho-González, A., Bastida, S., Garcimartín, A., López-Oliva, M.E., González, P., Benedí, J., González-Muñoz, M.J., & Sánchez-Muniz, F.J. (2021). Functional meat products as oxidative stress modulators: A review. *Advances in Nutrition*, 12(4), 1514-1539.

<https://doi.org/10.1093/advances/nmaa182>

Matthaiou, C.M., Goutzourelas, N., Stagos, D., Sarafoglou, E., Jamurtas, A., Koulocheri, S.D., Haroutounian, S.A., Tsatsakis, A.M., & Kouretas, D. (2014). Pomegranate juice consumption increases GSH levels and reduces lipid and protein oxidation in human blood. *Food and chemical toxicology*, 73, 1-6.

<https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.07.027>

McKenna, D., Strachan, D., Miller, R., Acuff, G., & Savell, J. (2003). Cranberry juice marinade improves sensory and microbiological properties of vacuum-packaged lamb chops. *Journal of Muscle Foods*, 14(3), 207-220.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2003.tb00701.x>

Mukherjee, S., Ghosh, S., Choudhury, S., Gupta, P., Adhikary, A., & Chattopadhyay, S. (2021). Pomegranate polyphenols attenuate inflammation and hepatic damage in tumor-bearing mice: crucial role of NF- $\kappa$ B and the Nrf2/GSH axis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 97, 108812.

<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108812>

Naveena, B.M., Sen, A.R., Kingsly, R.P., Singh, D.B., & Kondaiah, N. (2008). Antioxidant activity of pomegranate rind powder extract in cooked chicken patties. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(10), 1807-1812.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01708.x>

Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F.J., Lorenzo, J.M., Cox, R.B., Mallikarjunan, K., & Roohinejad, S. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat science*, 145, 245-255.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.031>

Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V., & Stefan, G. (2017). Plant polyphenols as antioxidant and antibacterial agents for shelf-life extension of meat and meat products: Classification, structures, sources, and action mechanisms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6), 1243-1268.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12298>

Renda, G., & Şöhretoğlu, D. (2024). Fruit juices: chemical compositions and health benefits. *Phytochemistry Reviews*, 1-28.

<https://doi.org/10.1007/s11101-024-10013-5>

Schalkwijk, C., & Stehouwer, C. (2020). Methylglyoxal, a highly reactive dicarbonyl compound, in diabetes, its vascular complications, and other age-related diseases. *Physiological reviews*, 100(1), 407-461.

<https://doi.org/10.1152/physrev.00001.2019>

Shaban, N.Z., El-Kersh, M.A., Bader-Eldin, M.M., Kato, S.A., & Hamoda, A.F. (2014). Effect of *Punica granatum* (pomegranate) juice extract on healthy liver and hepatotoxicity induced by diethylnitrosamine and phenobarbital in male rats. *Journal of medicinal food*, 17(3), 339-349.

<https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0306>

Singh, J., Prasad, R., Kaur, H.P., Jajoria, K., Chahal, A. S., Verma, A., Kara, M., Assouguem, A., & Bahhou, J. (2023). Bioactive compounds, pharmacological properties, and utilization of pomegranate (*Punica granatum* L.): A comprehensive review. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(9).

<http://www.doi.org/10.26538/tjnpr/v7i9.2>

Smith, D.P., & Acton, J.C. (2000). Marination, cooking, and curing of poultry products. In *Poultry meat processing* (pp. 267-290). CRC Press. ISBN: 9780429124655

Turgut, S.S., Işıkcı, F., & Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat science*, 129, 111-119.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.019>

Wan, X., Liu, X., Ao, Y., Zhang, L., Zhuang, P., Jiao, J., & Zhang, Y. (2024). Associations between cooking method of food and type 2 diabetes risk: A prospective analysis focusing on cooking method transitioning. *Environmental Pollution*, 360, 124662.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124662>

Xie, H., Yue, C., & Fan, F. (2022). Different tea polyphenol treatments on lipid oxidation of scallop (*Argopecten irradians*) adductor muscle during hot air drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6), e16534.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.16534>

Yu, Z., Lu, Y., Wei, F., Zhang, Y., Dong, L., & Wang, S. (2024). The impact of natural spices additions on hazards development and quality control in roast beef patties. *Food Chemistry*, 435, 137644.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137644>

## Otizm spektrum bozukluğu tanılı çocukların beslenme davranışları, beslenme sorunları ve öğün düzeni: Kesitsel bir çalışma

Yaren SAĞLAM ŞAHİNOĞLU<sup>1</sup>, Hande BAKIRHAN<sup>2</sup>

### Cite this article as:

Sağlam Şahinoğlu, Y., Bakırhan, H. (2025). Otizm spektrum bozukluğu tanılı çocukların beslenme davranışları, beslenme sorunları ve öğün düzeni: Kesitsel bir çalışma. Food and Health, 11(3), 219-230. <https://doi.org/10.3153/FH25018>

<sup>1</sup> İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Sorumlu yazar, Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

Y.S.Ş. 0000-0003-1130-3958

H.B. 0000-0001-9377-888X

Submitted: 19.02.2025

Revision requested: 11.03.2025

Last revision received: 12.03.2025

Accepted: 23.03.2025

Published online: 31.05.2025

### Correspondence:

Hande BAKIRHAN

E-mail: [handecekici@hotmail.com](mailto:handecekici@hotmail.com)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Otizm spektrum bozukluğunda (OSB) çeşitli beslenme sorunları yaşanmaktadır ve prognozu etkileyebileceğinden beslenme sorunlarının ciddiyetinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu araştırma, OSB'li çocukların beslenme davranışlarını, sorunlarını ve öğün düzenini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yaşları 3-11 yıl arasında olan 50 OSB'li çocuk ve 50 sağlıklı çocuk ile yürütülmüştür. Beslenme davranışları, sorunları ve öğün düzenleri anket formu ile değerlendirilmiş, çocukların öğün zamanında davranış ve beslenme sorunlarını saptamak için ise Otizm Öğün Davranış Kısa Ölçeği (BAMBI) kullanılmıştır. OSB'li çocukların öğün düzeni ve sayısı bakımından sağlıklı akranlarıyla benzerlik gösterdiği, %92,0'sinin ana ve ara olmak üzere toplam öğünlerinin düzenli ve günlük toplam (ana ve ara) öğün sayısının 4,9±0,89 olduğu tespit edilmiştir. OSB'li çocukların yarısının iştahının normal düzeyde olduğu, %58,0'inin tüketmediği besinler olduğu ve %54,0'ünün çok sevdiği yiyeceği yemesine izin verilmediğinde ağlama krizi/öfke nöbeti geçirdiği bildirilmiştir. OSB'li çocukların BAMBI toplam puanı 49,0±8,87 olarak bulunmuştur. Tüketmediği besinlerin varlığı OSB'li çocuklarda daha sık karşılaşılmış olup (p<0,05), 5-7 yaş OSB'li çocukların %71,4'ünün, sekiz yaş ve üzeri OSB'li çocukların %66,7'sinin beslenme sorunu yaşadığı saptanmıştır. Beslenme sorunları, besin reddi, besin takıntısı/seçiciliği, yeme esnasında ağlama krizleri/öfke nöbetleri OSB'li çocuklarda sağlıklı akranlarına kıyasla daha sık görülmektedir (p<0,05). Probiyotik, çinko, kalsiyum, demir, magnezyum, selenyum, B12 vitamini takviyesi kullanımı OSB'li çocuklarda daha yaygındır (p<0,05). Sonuç olarak çalışmamızın bulguları OSB'li çocukların beslenme sorunlarının ciddiyetini doğrulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Otizm spektrum bozukluğu, Beslenme sorunları, Beslenme davranışları, Öğün düzeni, Besin takviyesi

### ABSTRACT

#### Nutritional behaviours, feeding problems and meal patterns of children diagnosed with autism Spectrum disorder: A cross-sectional study

Various nutritional problems are experienced in autism spectrum disorder (ASD), and it is important to evaluate the severity of feeding problems as it may affect the prognosis. This study was conducted to determine the nutritional behaviours, feeding problems, and meal patterns of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). It was conducted with 50 children with ASD and 50 healthy children aged between 3-11 years. Nutritional behaviours, feeding problems, and meal patterns were assessed using a questionnaire, and the Brief Autism Mealtime Behaviour Inventory (BAMBI) was employed to evaluate children's mealtime behaviour and feeding problems. It was determined that children with ASD were similar to their healthy peers in terms of meal patterns and frequency, and 92.0% of them had regular meals. The total number of daily meals (main and snack) was 4.9±0.89. It was found that half of the children with ASD had a normal appetite, 58.0% had foods they did not consume, and 54.0% had a crying fit/tantrum when they were not allowed to eat their favorite food. The total BAMBI score of the children with ASD was found to be 49.0±8.87. The presence of unconsumed foods was encountered more frequently in children with ASD (p<0.05), and it was determined that 71.4% of children with ASD aged 5-7 years and 66.7% of children with ASD aged eight years and above had nutritional problems. Feeding problems, food refusal, food obsession/selectivity, crying fits/tantrums during eating were more common in children with ASD compared to their healthy peers (p<0.05). Probiotics, zinc, calcium, iron, magnesium, selenium and vitamin B12 supplements are more common in children with ASD (p<0.05). In conclusion, the findings of our study confirm the seriousness of nutritional problems in children with ASD.

**Keywords:** Autism spectrum disorder, Feeding problems, Nutritional behaviours, Meal pattern, Nutritional supplements

## Giriş

İletişim ve sosyal becerilerde güçlük ve kısıtlayıcı davranışların varlığı ile karakterize olan otizm spektrum bozukluğu (OSB) dünya genelinde yaygınlığı artan gelişimsel bir bozukluktur (van 't Hof et al., 2021). Genetik, metabolik, immüno-lojik ve çevresel faktörler sorumlu tutulsa da OSB'nin etiyo-lojisine yönelik kesin bir veri bulunmamaktadır. Bununla bir-likte, maternal diyabet ve prenatal ve perinatal maruziyetler OSB riskini artırabilmektedir. Göz teması kurmama, ileti-şime yanıt vermemeye, çeşitli nesnelere karşı aşırı ilgi duyma, sallanma, çırpınma, tekrarlayıcı hareketlerde bulunma, takın-tılı davranışlar, hiperaktivite, öfke nöbetleri, yeme ve uyku problemleri gibi bireye özgü değişkenlik gösterebilen çeşitli olumsuz davranışlar OSB'de sıklıkla görülebilmektedir (San-din et al., 2014).

Artan bağırsak geçirgenliği, karbonhidratların sindirim ve emilimindeki anormallikler, besin ögesi yetersizlikleri, bes-lenme sorunları ve mikrobiyota farklılıkları OSB ve bes-lenme ilişkisini ön plana çıkarmaktadır (Morton et al., 2023). Maternal beslenme döneminden yenidoğan, çocukluk ve ye-tişkinlik sürecine kadar süreçteki beslenme düzeninin OSB prognozunda önemli olduğu belirtilmiştir. Optimal beslenme tedavisi ile birlikte konsantrasyon, iletişim ve motor beceri-leri, empati, uyku durumunda iyileşmeler; anksiyete, saldırganlık, hiperaktivitede azalma görülebileceği bildirilmiştir (Aktitiz ve ark. 2019). İyi diyet kalitesi ve besin çeşitliliğine sahip bir beslenme yaklaşımının çeşitli OSB semptomlarını hafifletici olduğu düşünülmektedir (Cekici ve Sanlier, 2019). Bununla birlikte, bu gelişimsel bozuklukta gözlenen semp-tomlar çocukların beslenme sürecini zorlaştırabilmekte ve beslenme sorunlarına yol açabilmektedir (Meral, 2017; Ce-kici ve Sanlier, 2019). OSB'li bireylerin %13,0-%87,0 ora-nında beslenme sorunu yaşayabileceği belirtilmiştir (Sharp et al., 2013). Bu durum düşük diyet kalitesine ve yetersiz besin alımına neden olabilmekte ve ilerleyen süreçte besin ögesi eksikliklerine yol açabilmektedir (Berding ve Donovan, 2016). Çeşitli beslenme davranışları ile OSB semptomları arasındaki bağlantıya ilişkin bugüne kadarki bilgiler halen sı-nırlıdır. Oksidan, immün ve nörolojik sistemlere müdahale edebilen birçok gıda kaynaklı protein ekzorfin, mikotoksin ve toksin OSB'li çocukların sıvılarında yüksek düzeyde bulun-muş olup bu endotoksinlerin bağırsak geçirgenliğini artırarak ve bağırsak işlevlerine zarar vererek OSB ve diğer nörogeli-şimsel bozukluklarla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Yüksek hassasiyetli tomikotoksinler, fumonis B1, Candida tarafın-dan üretilen asetaldehit, opioidpeptitler (kazomorfinler) ve zearalenon (Fusariumtoksin) örnek gösterilmektedir (Mezze-lani ve ark., 2015). Bununla birlikte, başka bir teori daha bu-

lunmaktadır. Gluten ve kazein peptidinin anormal sitokin üre-timini tetikleyerek immüno-lojik yolaklarda kusurlara ve mer-kezi sinir sisteminde disfonksiyona neden olabileceği düşü-nülmektedir (Cekici ve Sanlier, 2019). OSB ve beslenme ara-sındaki bağlantı çeşitli mekanizmalar aracılığıyla açıklansa da OSB'li çocukların beslenme davranışları ve yaşadıkları beslenme sorunları yeterince araştırılmamış ve belirsizliğini korumaktadır. Bu doğrultuda, OSB'li bireylerde semptomları hafifletmek için beslenme sorunlarının ve beslenme davranış-larının net olarak belirlenmesinin temel gereklilik olduğu dü-şünülmektedir. Bu araştırma, OSB popülasyonunun bes-lenme davranışlarını, öğün düzenini ve beslenme sorunlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Metot

### *Çalışmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi*

Bu çalışma Trabzon ilinde ikamet eden özel bir kurum, devlet kurumunda eğitim gören, doktor tarafından DSM-V kriterle-rine uygun olarak OSB teşhisi almış, yaşları 3-11 yıl arasında olan 50 OSB'li çocuk, 50 gönüllü sağlıklı çocuk ile yürütül-müştür. Trabzon ilinde bulunan mevcut kurumlarla görüşme yapılarak araştırma için izin alınan kurumlarda ebeveynleri-nin onayı ile örneklem tamamı çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kapsamda bir devlet ve bir özel kurum çalışma izni ver-miştir. Gönüllü örneklem yöntemi ile çalışmaya ait veriler Haziran 2021 – Haziran 2022 tarihleri arasında toplanmıştır. Araştırmanın örneklem sayısının hesaplanmasında G\*Power programı (3.1.9.4 versiyon) kullanılarak power analizi yapılmış olup %95 güç için örneklem sayısı 100 (OSB'li çocuklar için n=50, kontrol grubundaki çocuklar için n=50) olarak he-saplanmıştır. Katılımcıların ebeveynleri çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve çalışmaya katılım durumu sorulmuştur. Gönüllü olur formunu inceleyerek çalışmaya katılmayı onay-layan bireyler dahil edilmiş ve çocuklarına yönelik sorulan soruları cevaplamışlardır. Hipertansiyon, kardiyovasküler, diyabet, kanser, nörolojik, hepatik ve renal hastalıklar gibi kronik hastalığı olanlar, 3 yaş altı ve 11 yaş üzeri olan çocuk-lar araştırmaya dahil edilmemiştir. OSB özelliklerine yönelik herhangi bir dışlama veya dahil etme kriteri belirlenmemiş olup DSM-V kriterine uygun tüm 3-11 yaş arası OSB'li ço-cuklar çalışmaya dahil edilmiştir. İzin alınan kurumlarda aynı yaş grubundaki sağlıklı çocuklar gönüllü örneklem yöntemiyle çalışmaya dahil edilmiştir.

## Çalışma Verilerinin Toplanması ve Değerlendirilmesi

### Anket formu

Araştırmacılar tarafından geliştirilen çocuğa ait genel bilgilerin sorgulandığı anket formu ile veriler toplanmıştır. Anket soruları aileleri tarafından cevaplanmış olup araştırmacı tarafından kayıt altına alınmıştır. Anket formu, çocuğun yaş, cinsiyet, doktor teşhisli hastalık veya hastalıklarını ve ilaç kullanım durumuna yönelik soruları içermektedir. Çocuğun ana ve ara öğün sayısı, öğün düzeni, iştahı, yeme hızı, su tüketimi, sevip sevmeyişi besinlerin varlığı vb. öğün düzenine yönelik sorular ailelere sorulmuş olup çocuğun beslenme alışkanlıkları ve beslenme problemleri (iştahsızlık, yemek esnasında boğulma, besin reddi, hızlı yeme, aşırı yeme, besin neofobisi vb.) sorgulanmıştır.

### Otizm Öğün Davranış Kısa Ölçeği (BAMBI)

OSB'li çocukların öğün zamanında davranış ve beslenme sorunlarını değerlendirmek için Otizm Öğün Davranış Kısa Ölçeği (BAMBI) kullanılmıştır. Lukens ve Linscheid (2008) tarafından 3-11 yaş OSB'li çocukların beslenme davranışlarını değerlendirmek için geliştirilmiş ve Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Meral ve Fidan (2014) tarafından yapılmıştır. BAMBI 18 maddeden oluşmakta ve her maddenin gerçekleşme sıklığını belirten 5 seçenek içermektedir. Her bir madde için gerçekleşme sıklığının hiçbir zaman için 1, nadiren/seyrek için 2, ara sıra/bazen için 3, sıklıkla için 4 ve her zaman için 5 olarak puanlanması gerekmekte ve 3, 9, 10 ve 15. maddeler ise ters puanlanarak hesaplanmaktadır (Meral ve Fidan, 2014; Kars ve ark., 2019). BAMBI sınırlı besin çeşitliliği, otizme özgü davranışlar ve besin reddi alt boyutlarından oluşmakta ve maddelerin değerlendirilmesi sonucunda BAMBI total puanı ve alt bileşen puanları elde edilmektedir. Sınırlı besin çeşitliliği puanı için 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 ve 18. maddelerin puan toplamı, besin reddi puanı için 1, 2, 4, 7, 8. maddelerin toplam puanı ve OSB'ye özgü davranışların puanının tespiti için 3, 5, 6, 9, 12. maddelerin puanlarının toplamı değerlendirilmiştir. BAMBI-total puanı ve alt boyut puanlamalarının yüksekliği OSB'ye özgü olumsuz davranışları göstermektedir (Meral ve Fidan, 2014; Kars ve ark., 2019).

### İstatistiksel Analiz

Araştırma verilerinin analizi SPSS (23.0) programı ile yapılmıştır. Verileri analizinde ki-kare analizi ve tanımlayıcı istatistik testleri kullanılarak sayı, yüzdelik dağılımı, ortalama, standart sapma ile maksimum ve minimum değerler belirlenmiştir. Verilerin normal dağılımda olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler üzerinden ölçekler ve alt boyutları puan ortalaması, standart sapması, maksimum ve minimum değerleri hesaplanmıştır. Araştırmada bağımsız grup/gruplarda (iki ya da daha fazla)

ölçümle elde edilmiş bir değişken yönünden elde edilen ortalamalar arasında farklılık olup olmadığının karşılaştırılmasında, parametrik test varsayımları sağlayanların analizinde iki grup için bağımsız gruplar t testi kullanılmıştır. Sonuçlar %95'lik güven aralığında, anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

### Araştırmanın Etik İzni

Çalışmanın etik izni 01.06.2021 tarihli, E-10840098-772.02-2513 sayılı İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu kararı ile alınmıştır. Araştırma Helsinki İlkeler Deklarasyonu'na (<https://www.wma.net/what-wedo/medical-ethics/declaration-of-helsinki/>) uygun gerçekleştirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

OSB'li çocukların %72.0'sinin ve kontrol grubundaki çocukların 44.0'ünün 8-12 yaş aralığında olduğu bulunmuş olup OSB'li çocukların %84.0'ünün erkek kontrol grubundaki çocukların ise %58.0'inin kız olduğu belirlenmiştir. OSB grubundaki çocukların yaş ortalamasının  $8.6 \pm 1.58$  yıl, kontrol grubundaki çocukların yaş ortalamasının  $6.7 \pm 1.97$  yıl olduğu ve OSB'li çocukların yaş ortalamasının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Katılımcıların öğün düzenlerine yönelik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. OSB'li çocukların %92.0'sinin bütün öğünlerinin düzenli olduğu ve düzenli kahvaltı yaptığı, %88.0'inin düzenli öğle yemeği ve %94'ünün düzenli akşam yemeği yediği belirlenmiştir. OSB grubundaki çocukların günlük toplam öğün sayısı ortalama  $4.9 \pm 0.89$ ; günlük ana öğün sayısı ortalama  $2.8 \pm 0.35$ ; günlük ara öğün sayısı ortalama  $2.0 \pm 1.12$ 'dir. Toplam öğün sayısı, ana öğün ile ara öğün sayısı ve günlük su tüketim miktarı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ( $p > 0.05$ ).

Katılımcıların diyet ve beslenme davranışlarına ilişkin özellikler Tablo 2'de verilmiştir. OSB'li çocukların %18,0'inin, kontrol grubundaki çocukların %12.0'sinin özel bir diyet programı uyguladığı belirlenmiştir. Bu programların diyetisyen kontrolünde ağırlık yönetimine yönelik sağlıklı beslenme planı şeklinde olduğu aileleri tarafından belirtilmiştir. OSB'li çocukların yarısının iştahının normal düzeyde olduğu, %58.0'inin tüketmediği besinler olduğu ve %54.0'ünün çok sevdiği yiyeceği yemesine izin verilmediğinde ağlama krizi/öfke nöbeti geçirdiği tespit edilmiştir. Tüketmediği besin bulunma durumu ve çok sevdiği yiyeceği yemesine izin verilmediğinde ağlama krizi/öfke nöbeti geçirme durumu OSB'li çocuklarda daha sık karşılaşılrken ( $p < 0.05$ ), diğer beslenme davranışlarında ise iki grup benzerlik göstermektedir ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 1.** Katılımcıların öğün düzeni**Table 1.** Participants' meal patterns

|                                                         |       | OSB Grubu<br>(n=50) | Kontrol Grubu<br>(n=50) | Test değeri ve p  |
|---------------------------------------------------------|-------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| Toplam öğün sayısı ( $\bar{X} \pm SS$ )                 |       | 4.90 $\pm$ 0.89     | 4.78 $\pm$ 0.82         | t=-0.705; p=0.483 |
| Ana öğün sayısı ( $\bar{X} \pm SS$ )                    |       | 2.80 $\pm$ 0.35     | 2.92 $\pm$ 0.27         | t=-1.137 p=0.258  |
| Ara öğün sayısı ( $\bar{X} \pm SS$ )                    |       | 2.08 $\pm$ 1.12     | 1.80 $\pm$ 0.78         | t=0.954; p=0.343  |
| Su tüketim miktarı ( $\bar{X} \pm SS$ , su bardağı/gün) |       | 6.54 $\pm$ 2.40     | 5.80 $\pm$ 1.98         | t=1.498; p=0.137  |
| Öğünlerin düzenli olma durumu n (%)                     | Evet  | 46 (92.0)           | 46 (92.0)               | $\chi^2= 0.001$   |
|                                                         | Hayır | 4 (8.0)             | 4 (8.0)                 | p=0.999           |
| Sabah öğünün düzenli olma durumu n (%)                  | Evet  | 46 (92.0)           | 48 (96.0)               | $\chi^2= 0.709$   |
|                                                         | Hayır | 4 (8.0)             | 2 (4.0)                 | p=0.400           |
| Öğle öğünün düzenli olma durumu n (%)                   | Evet  | 44 (88.0)           | 43 (86.0)               | $\chi^2= 0.088$   |
|                                                         | Hayır | 6 (12.0)            | 7 (14.0)                | p=0.766           |
| Akşam öğünün düzenli olma durumu n (%)                  | Evet  | 47 (94.0)           | 48 (96.0)               | $\chi^2= 0.211$   |
|                                                         | Hayır | 3 (6.0)             | 2 (4.0)                 | p=0.646           |

 $\chi^2$ : Ki-Kare Testi değeri, t: Bağımsız gruplar t testi, \*p<0,05**Tablo 2.** Katılımcıların diyet ve beslenme davranışlarına ilişkin özellikler**Table 2.** Characteristics of participants' diet and nutritional behaviors

|                                                                          |               | OSB Grubu<br>(n=50)<br>n (%) | Kontrol Grubu<br>(n=50)<br>n (%) | Test değeri ve p |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|----------------------------------|------------------|
| İştah durumu                                                             | Normal        | 25 (50.0)                    | 33 (66.0)                        | $\chi^2= 4.402$  |
|                                                                          | İştahsız      | 8 (16.0)                     | 9 (18.0)                         | p=0.111          |
|                                                                          | Aşırı İştahlı | 17 (34.0)                    | 8 (16.0)                         |                  |
| Diyet programı uygulama durumu                                           | Evet          | 9 (18.0)                     | 6 (12.0)                         | $\chi^2= 0.542$  |
|                                                                          | Hayır         | 41 (82.0)                    | 44 (88.0)                        | p=0.461          |
| Yeme hızı                                                                | Normal        | 23 (46.0)                    | 32 (64.0)                        | $\chi^2= 3.273$  |
|                                                                          | Yavaş         | 12 (24.0)                    | 8 (16.0)                         | p=0.195          |
|                                                                          | Hızlı         | 15 (30.0)                    | 10 (20.0)                        |                  |
| Sevdiği besinler                                                         | Var           | 37 (74.0)                    | 35 (70.0)                        | $\chi^2= 0.198$  |
|                                                                          | Yok           | 13 (26.0)                    | 15 (30.0)                        | p=0.656          |
| Tüketmediği besinler                                                     | Var           | 29 (58.0)                    | 15 (30.0)                        | $\chi^2= 7.955$  |
|                                                                          | Yok           | 21 (42.0)                    | 35 (70.0)                        | <b>p=0.005*</b>  |
| Ödül olarak tüketilen besin                                              | Var           | 14 (28.0)                    | 10 (20.0)                        | $\chi^2= 0.877$  |
|                                                                          | Yok           | 36 (72.0)                    | 40 (80.0)                        | p=0.349          |
| Sevilen besine izin verilmediğinde ağ-<br>lama krizi/öfke nöbeti geçirme | Evet          | 27 (54.0)                    | 5 (10.0)                         | $\chi^2= 20.41$  |
|                                                                          | Hayır         | 23 (46.0)                    | 45 (90.0)                        | <b>p=0.000*</b>  |
| Prebiyotik /probiyotik besinlerin sık-<br>lıkla tüketme durumu           | Evet          | 37 (74.0)                    | 44 (88.0)                        | $\chi^2= 3.184$  |
|                                                                          | Hayır         | 13 (26.0)                    | 6 (12.0)                         | p=0.074          |

 $\chi^2$ : Ki-Kare testi değeri, \*p<0.05

Katılımcıların beslenme sorunlarına ilişkin bulgular Tablo 3’de verilmiştir. Araştırmaya katılan 5-7 yaş OSB’li çocukların %71.4’ünün beslenme sorunu yaşadığı, %42.9’unda besin seçiciliği ve besin reddi, %28.9’unda hızlı yeme davranışı, %28.6’sında besin neofobisi ve aşırı yeme sorunu olduğu saptanmıştır. Sekiz yaş ve üzeri OSB’li çocukların %66,7’sinin beslenme sorunu yaşadığı, %50.0’sinde besin neofobisi, %41.7’sinde hızlı yemek yeme, %38.9’unda besin reddi, %33.3’ünde aşırı yeme, %44.4’ünde besin takıntısı/seçiciliği, %44.4’ünde yeme esnasında ağlama krizleri/öfke nöbetleri gibi beslenme sorunları olduğu tespit edilmiştir. Beslenme sorunu yaşama, besin reddi ve besin takıntısı/seçiciliği, yeme esnasında ağlama krizleri/öfke nöbetleri yaşama durumları OSB’li çocuklarda daha sık görülmektedirken ( $p<0.05$ ), diğer

beslenme sorunlarında gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

OSB’li çocukların BAMBI ve alt skorlamalarına ait puan ortalamaları Tablo 4’de verilmiştir. OSB’li çocukların BAMBI toplam puanı ortalama  $49.0 \pm 8.87$  olarak belirlenmiştir. Katılımcıların besin takviyesi kullanım durumları Tablo 5’de verilmiştir. OSB ve kontrol grubundaki çocukların probiyotik, çinko, kalsiyum, demir, magnezyum, selenyum, B12 vitamini takviyesi kullanımı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ( $p<0.05$ ), multivitamin mineral, C vitamini, omega 3, propolis ve türevleri ve D vitamini takviyesi kullanımı bakımından ise gruplar benzerlik göstermektedir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 3.** Katılımcıların yaş gruplarına göre beslenme sorunları

**Table 3.** Nutritional problems of participants according to age groups

| Özellikler                                       |       | OSB Grubu<br>(n=50) |       |                   |      | Kontrol Grubu<br>(n=50) |      |                   |       | Test de-<br>ğeri ve p             |
|--------------------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------------------|------|-------------------------|------|-------------------|-------|-----------------------------------|
|                                                  |       | 5-7 yaş (n=14)      |       | ≥ 8 yaş<br>(n=36) |      | 5-7 yaş<br>(n=28)       |      | ≥ 8 yaş<br>(n=22) |       |                                   |
|                                                  |       | n                   | %     | n                 | %    | n                       | %    | n                 | %     |                                   |
| Beslenme sorunu yaşama                           | Hayır | 4                   | 28.6  | 12                | 33.3 | 19                      | 67.9 | 19                | 86.4  | $\chi^2=5.815$<br><b>p=0.016*</b> |
|                                                  | Evet  | 10                  | 71.4  | 24                | 66.7 | 9                       | 32.1 | 3                 | 13.6  |                                   |
| İştahsızlık                                      | Hayır | 11                  | 78.6  | 32                | 88.9 | 23                      | 82.1 | 20                | 90.9  | $\chi^2=0.077$<br>p=0.781         |
|                                                  | Evet  | 3                   | 21.4  | 4                 | 11.1 | 5                       | 17.9 | 12                | 9.1   |                                   |
| Yeme esnasında boğulma                           | Hayır | 14                  | 100.0 | 33                | 91.7 | 27                      | 96.4 | 22                | 100.0 | $\chi^2=0.512$<br>p=0.474         |
|                                                  | Evet  | -                   | -     | 3                 | 8.3  | 1                       | 3.6  | -                 | -     |                                   |
| Besin reddi                                      | Hayır | 8                   | 57.1  | 22                | 61.1 | 24                      | 85.7 | 20                | 90.9  | $\chi^2=4.200$<br><b>p=0.040*</b> |
|                                                  | Evet  | 6                   | 42.9  | 14                | 38.9 | 4                       | 14.3 | 2                 | 9.1   |                                   |
| Hızlı yeme                                       | Hayır | 10                  | 71.4  | 21                | 58.3 | 24                      | 85.7 | 19                | 86.4  | $\chi^2=1.235$<br>p=0.266         |
|                                                  | Evet  | 4                   | 28.6  | 15                | 41.7 | 4                       | 14.3 | 3                 | 13.6  |                                   |
| Aşırı yeme                                       | Hayır | 10                  | 71.4  | 24                | 66.7 | 25                      | 89.3 | 20                | 90.9  | $\chi^2=2.143$<br>p=0.143         |
|                                                  | Evet  | 4                   | 28.6  | 12                | 33.3 | 3                       | 10.7 | 29                | 9.1   |                                   |
| Besin neofobisi                                  | Hayır | 10                  | 71.4  | 18                | 50.0 | 25                      | 89.3 | 22                | 100.0 | $\chi^2=2.143$<br>p=0.143         |
|                                                  | Evet  | 4                   | 28.6  | 18                | 50.0 | 3                       | 10.7 | -                 | -     |                                   |
| Besin takıntısı veya seçiciliği                  | Hayır | 8                   | 57.1  | 20                | 55.6 | 25                      | 89.3 | 22                | 100.0 | $\chi^2=5.727$<br><b>p=0.017*</b> |
|                                                  | Evet  | 6                   | 42.9  | 16                | 44.4 | 3                       | 10.7 | -                 | 0.0   |                                   |
| Yeme esnasında ağlama<br>krizleri/öfke nöbetleri | Hayır | 9                   | 64.3  | 20                | 55.6 | 26                      | 92.9 | 22                | 100.0 | $\chi^2=5.486$<br><b>p=0.019*</b> |
|                                                  | Evet  | 5                   | 35.7  | 16                | 44.4 | 2                       | 7.1  | -                 | 0.0   |                                   |
| Yemeği ağızda biriktirme<br>veya tutma           | Hayır | 11                  | 78.6  | 31                | 86.1 | 27                      | 96.4 | 22                | 100.0 | $\chi^2=3.454$<br>p=0.063         |
|                                                  | Evet  | 3                   | 21.4  | 5                 | 13.9 | 1                       | 3.6  | -                 | 0,0   |                                   |

$\chi^2$ : Ki-Kare Testi değeri, \*  $p<0.05$

**Tablo 4.** OSB’li çocukların BAMBI ve alt skorlamalarına ait puan ortalamaları**Table 4.** Mean score and subscores of children with ASD on the BAMBI

| Ölçek ve Alt Boyutları                           | $\bar{X} \pm SS$ (Min-Max) |
|--------------------------------------------------|----------------------------|
| BAMBI-Toplam puanı                               | 49.0 $\pm$ 8.87 (27-70)    |
| BAMBI-Sınırlı Besin Çeşitliliği Alt Boyutu Puanı | 9.5 $\pm$ 2.40 (14-32)     |
| BAMBI-Otizme Özgü Davranışlar Alt Boyutu Puanı   | 12.9 $\pm$ 3.13 (5-20)     |
| BAMBI-Besin Reddi Alt Boyutu Puanı               | 24.2 $\pm$ 3.93 (4-16)     |

**Tablo 5.** Katılımcıların besin takviyesi kullanım durumları**Table 5.** Use of dietary supplements among participants

|                                |       | OSB Grubu<br>(n=50)<br>n (%) | Kontrol Grubu<br>(n=50)<br>n (%) | Test değeri<br>ve p |
|--------------------------------|-------|------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| <b>Multivitamin Mineral</b>    | Evet  | 6 (12.0)                     | 3 (6.0)                          | $\chi^2= 1.099$     |
|                                | Hayır | 44 (88.0)                    | 47 (94.0)                        | p=0.295             |
| <b>C vitamini</b>              | Evet  | 5 (10.0)                     | 1 (2.0)                          | $\chi^2= 2.837$     |
|                                | Hayır | 45 (90.0)                    | 49 (98.0)                        | p=0.092             |
| <b>Omega 3</b>                 | Evet  | 9 (18.0)                     | 8 (16.0)                         | $\chi^2= 0.071$     |
|                                | Hayır | 41 (82.0)                    | 42 (84.0)                        | p=0.790             |
| <b>D vitamini</b>              | Evet  | 7 (14.0)                     | 4 (8.0)                          | $\chi^2= 0.919$     |
|                                | Hayır | 43 (46.0)                    | 46 (92.0)                        | p=0.338             |
| <b>Probiyotik</b>              | Evet  | 4 (8.0)                      | -                                | $\chi^2= 4.167$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.041*</b>     |
| <b>Çinko</b>                   | Evet  | 6 (12.0)                     | -                                | $\chi^2= 6.383$     |
|                                | Hayır | 44 (88.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.012*</b>     |
| <b>Propolis ve Türevleri</b>   | Evet  | 4 (8.0)                      | 2 (4.0)                          | $\chi^2= 0.709$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 48 (96.0)                        | p=0.400             |
| <b>Kalsiyum</b>                | Evet  | 4 (8.0)                      | -                                | $\chi^2= 4.167$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.041*</b>     |
| <b>Demir</b>                   | Evet  | 5 (10.0)                     | -                                | $\chi^2= 5.263$     |
|                                | Hayır | 45 (90.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.022*</b>     |
| <b>Magnezyum</b>               | Evet  | 4 (8.0)                      | -                                | $\chi^2= 4.167$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.041*</b>     |
| <b>Selenyum</b>                | Evet  | 4 (8.0)                      | -                                | $\chi^2= 4.167$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.041*</b>     |
| <b>B<sub>12</sub> vitamini</b> | Evet  | 4 (8.0)                      | -                                | $\chi^2= 4.167$     |
|                                | Hayır | 46 (92.0)                    | 50 (100.0)                       | <b>p=0.041*</b>     |
| <b>Diğer</b>                   | Evet  | -                            | -                                | $\chi^2= 0.071$     |
|                                | Hayır | 50 (100.0)                   | 50 (100.0)                       | p=0.790             |

 $\chi^2$ : Ki-Kare Testi değeri, \*p<0.05

OSB'li çocukların ciddi düzeyde beslenme sorunları yaşadıkları bildirilmiştir (Molina-López et al., 2021; Yeung et al., 2021). Besin çeşidine, dokusuna (sadece yumuşak, sert, ezilmiş püre, çiğ tüketilmesi), tadına (sıklıkla şekerli, tuzlu veya ekşi yiyeceklerin tüketilmesi), ısısına (sıcak veya soğuk), rengine veya kokusuna göre seçici olmayı içeren besin seçiciliği OSB'li çocukların yaşadığı beslenme problemleri arasında en fazla rapor edilen davranış kalıbıdır (Meral, 2017). Molina ve ark. (2021) 6-18 yaş aralığındaki OSB'li (n=55) ve sağlıklı çocuklarla (n=91) yaptıkları çalışmada, OSB'li çocuklarda besin reddi, besin seçiciliği ve yeme sırasında öfkeli davranışların daha çok yaşandığını saptamışlardır ( $p<0.01$ ). Dört-altı yaş aralığındaki OSB'li çocuklarda (n=25) sağlıklı çocuklara (n=30) kıyasla, yeni besinleri denemede isteksizlik, besin reddi ve besin neofobisinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha çok gözlemlendiğini bildirilmiştir ( $p<0.01$ ) (Kral ve ark., 2015). Başka bir çalışmada 3-6 yaş aralığındaki OSB'li çocuklarda (n=65) besin reddi ve besin seçiciliğinin, sağlıklı çocuklara (n=65) kıyasla daha çok gözlemlendiğini saptanmıştır ( $p<0.01$ ) (Yeung et al., 2021). Gök ve ark. (2021), 3-18 yaş aralığındaki OSB'li Türk çocuklarında (n=108) besin reddinin ciddi seviyede olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, OSB'li Türk çocuklarında (n=76), besin reddi, takıntılı yeme davranışı ve besin seçiciliğinin sıklıkla görüldüğü bulunmuştur (Asil ve ark., 2022). Seçici yeme davranışının, OSB'li çocuklarda normal gelişim gösteren çocuklara göre daha yaygın olduğu ve bu oranın %15-20 olduğu tahmin edilmektedir (Zucker ve ark., 2015). Çalışmamızda da OSB'li çocukların ciddi düzeyde beslenme sorunları olduğu, özellikle besin reddi, hızlı ve aşırı yeme, besin neofobisi, besin takıntısı/seçiciliği ve yeme esnasında ağlama krizleri/öfke nöbetleri yaşandığı saptanmıştır. Sağlıklı akranlarına, OSB'li çocuklarda beslenme sorunu yaşama, besin reddi, hızlı yeme, aşırı yeme, besin neofobisi, besin takıntısı ve seçiciliği, yemek esnasında ağlama krizi ve yemeği ağızda tutma gibi beslenme sorunları anlamlı şekilde daha sık görülmüştür. Elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur. Yapılan çalışmalarda araştırmamızı destekler bir biçimde, OSB'li çocukların beslenme sorunlarının ciddi düzeyde olduğunu vurgulamaktadır (Kral et al., 2015, Molina-López et al., 2021; Yeung et al., 2021; Gök et al., 2021). Beslenme sorunları tüm çocukların %10-20'sinde (3 yaş altı çocuklarda alevlenme ile) OSB'li çocukların en az %70,0'inde gözlemlenmektedir (Kazek ve ark., 2021). Çalışmamızda, gönüllü örnekleme yöntemi uygulandığından OSB ve kontrol grubu arasında yaş ortalaması bakımından farklılık görülmüş olup yaş dağılımı gruplar arasında homojen değildir. Çalışmamız için bu durum bir sınırlılık olabilir ve sonuçları etkileyebilir. Yeme davranışı özellikleri yaşla birlikte sosyolojik ve biyolojik temelli süreçlerle geliştiği ve yeme

davranışı özelliklerinin yaşla birlikte değiştiği düşünüldüğünde (Burnett ve ark. 2024) sonuçların farklılık gösterebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, yaşa bağlı olarak yeme davranışı özelliklerinin farklılaştığını öne süren az sayıda çalışma vardır ve bu çalışmalar çeşitli yaş gruplarını ele almaktadır. 7-10 yaş (da Costa ve ark., 2022), 4-7 yaş (Ashcroft ve ark., 2008) ve 2-15 yaş (Jansen ve ark., 2023) grubunun ele alındığı çalışmalar besin duyarlılığının ve besinden alınan zevkin yaşla birlikte arttığını, tokluk duyarlılığının ve yemede yavaşlığın yaşla birlikte azaldığını bulmuştur. Bununla birlikte, besin seçiciliğinin yaşamın ilk 6 yılında arttığı (Jansen ve ark., 2023) ve 7 ila 10 yaşları arasında sabit kaldığı gösterilmiştir (da Costa ve ark., 2022). Yeme davranışı özelliklerinin yaşla birlikte değişebileceğine dair görüşler olsa da sınırlı sayıda çalışma bu ilişkileri incelemiştir ve özellikle küçük çocuklarda ele almıştır (Burnett ve ark., 2024). Ayrıca, çalışmamızda özel bir diyet programı uygulayan çocukların varlığı her iki grupta benzerdir ve az sayıda çocuk olduğu ve her iki grupta benzerlik gösterdiği için gözardı edilmiştir. Bununla birlikte, uygulanan beslenme programlarının çocukların olağan beslenme davranışlarını yansıtmadığını söylemek mümkündür. Özel beslenme programı uygulayan çocukların dahil edilmiş olması, çalışmamızdan daha yüksek oranlarda çocukların beslenme sorunlarının olabileceğini düşündürmektedir. Beslenme sorunlarının elimine edilmesi için çeşitli davranış stratejilerinin geliştirilmesi elzemdir ve beslenme sorunlarını azaltmaya yönelik davranışsal terapiler OSB'li çocukların yeterli besin almalarını sağlayabilir. Besin çeşitliliğinin sınırlı olması ve bazı besinlerin alımının yetersiz/aşırı olması, OSB'li çocukların rutin takibinin yanı sıra beslenme alışkanlıklarının da değerlendirilmesini içermesi gerektiğini düşündürmektedir (Marí-Bauset et al., 2015). OSB'li çocukların ve ebeveynlerinin diyetisyene yönlendirilmesi ve profesyonel destek alınması, beslenme sorunlarının çözülmesi ve OSB prognozunun yönetimi için önem arz etmektedir. Büyüme ve gelişim döneminde yapılan beslenme müdahaleleri, takıntılı yeme davranışlarının azaltılmasında anahtar rol oynayabilmektedir (Kaynar ve Öngün Yılmaz, 2020). OSB semptomları ağır seyreden çocukların besin tercihleri ve yeme alışkanlıklarının daha derinlemesine incelenmesi diyet kalitesini geliştirmeye yönelik müdahale stratejilerine ışık tutabilir (Harris et al., 2022). Bununla birlikte, OSB'li ve orta düzeyde besin seçiciliği olan çocuklar için özel olarak tasarlanan Yeme İğrenmelerini ve Sınırlı Yeme Çeşitliliği Yönetme planı (MEAL Planı) besin seçiciliğini hafifletmeye yönelik bir müdahale stratejisi olabilir (Sharp ve ark., 2019).

Gray ve ark. (2017) yaşları 3-12 arasında değişen OSB'li çocukları (n=31) değerlendirdikleri çalışmalarında, BAMBI total skorunu 43.5, sınırlı besin çeşitliliği skorunu 9.3, otizme özgü davranışlar alt puanını 11.0 ve besin reddi alt puanı 23.1

olarak bulmuşlardır. Başka bir çalışmada (n=205) BAMBI total skoru 48.3, sınırlı besin çeşitliliği skoru 9.2, otizme özgü davranışlar alt puanı 8.0 ve besin reddi alt puanı 18.8 olarak saptanmıştır (Castro ve ark., 2019). Aponte ve ark. (2016) yaşları 3-12 arasında değişen OSB'li çocukların (n=36) BAMBI total skorunu 45.0, sınırlı besin çeşitliliği skorunu 10.2, otizme özgü davranışlar alt puanını 9.4, besin reddi alt puanını 25.3 olarak bulmuşlardır. OSB'li çocukların aileleri (n=68) ile yapılan bir çalışmada BAMBI total skoru  $49.0 \pm 10.33$ , sınırlı besin çeşitliliği skoru  $10.3 \pm 3.74$ , otizme özgü davranışlar skoru  $11.0 \pm 3.49$ , besin reddi skoru  $27.6 \pm 6.79$  olarak bulunmuştur (Lukens ve Linscheid, 2008). Başka bir çalışmada, BAMBI total skoru OSB'li çocuklarda (n=39)  $37.3 \pm 11.6$  olarak bulunmuştur (Handayani ve ark., 2012). OSB'li 36 çocukla yürütülen bir diğer çalışmada BAMBI total puanı  $43.3 \pm 10.08$ , otizme özgü davranışlar puanı  $10.1 \pm 2.93$ , sınırlı besin çeşitliliği puanı  $23.4 \pm 7.06$  ve besin reddi puanı  $9.8 \pm 3.00$  olarak bulunmuştur (Kars ve ark., 2019). Meral ve Fidan (2015), Türkiye'nin 8 ilindeki (Bursa, Denizli, Diyarbakır, İstanbul, Kütahya, Sakarya, Trabzon ve Van) OSB merkezlerinde yaptıkları çalışmalarında (n=379) sınırlı besin çeşitliliği skorunu  $28.2 \pm 7.59$  olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise OSB'li çocukların BAMBI toplam puanı  $49.0 \pm 8.87$ , sınırlı besin çeşitliliği skoru  $9.5 \pm 2.40$ , otizme özgü davranışlar skoru  $12.9 \pm 3.13$  ve besin reddi skoru  $24.26 \pm 3.93$  olarak bulunmuştur. BAMBI toplam ve alt boyu puanlarının, literatürdeki bazı çalışmalarla uyumlu bazı çalışmaların üzerinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda OSB'li çocukların %68,0'inde çeşitli beslenme sorunları (besin reddi, hızlı yeme, aşırı yeme, besin neofobisi, besin takıntılığı, yemek esnasında ağlama, yemeği ağızda tutma) gözlenmektedir. Oldukça yüksek oranda gözlenen beslenme sorunlarının, çocukların BAMBI puanlarının yüksek olmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, OSB şiddetinin ve çalışmalar arası örneklem farklılıklarının bunda etkili olabileceğini söylemek mümkündür. OSB her çocukta farklı seyredebileceğinden OSB'ye özgü beslenme sorunlarının da çeşitlilik gösterebileceği sonucuna varılabilir.

OSB'li çocuklarda uygunsuz yeme zamanı davranışı yaygındır (Sharp ve ark. 2018). Yeme düzeninde rutinin dışına çıkılması (öğündeki besinler veya yeme zamanında yapılan değişimler) sıklıkla zorlayıcı davranışları artırmaktadır (Rogers ve ark. 2012). Ebeveynlerin çocuğunun diyet çeşitliliğini artırma girişimleri ağlamaya, saldırganlığa, kendine zarar vermeye, tükürmeye ve protesto amacıyla besinleri itmeye yol açabilmektedir (Sharp ve ark., 2019). Bu sebeple, öğün düzenlerinin detaylı incelenmesi OSB popülasyonu için önem arz etmektedir. Yaşları 7 ila 14 yaş arası değişen OSB'li çocukların değerlendirildiği bir çalışmada (n=58), çocukların günlük öğün sayısı ortalama  $3.3 \pm 0.8$  olarak bulunmuştur

(Kaynar ve Öngün Yılmaz, 2020). Çalışmamızda OSB'li çocukların günlük öğün sayısı  $4.9 \pm 0.89$  olup sağlıklı akranlarıyla benzerlik göstermektedir. Sağlıklı akranları gibi OSB'li çocuklarında öğünlerinin düzenli olduğu görülmüştür. Bu durum ebeveynlerinin çocukları ile yeterince ilgilenmesinden ve beslenmelerine önem vermelerinden kaynaklı olabilir. Literatürde OSB'li çocukların öğün sayısına yönelik yeterince kanıt bulunmamaktadır. Bu konunun derinlemesine araştırılması gerekmektedir. OSB'li çocuklarda beslenme yetersizliklerinin değerlendirilmesini de içerebilecek beslenme durumu ve davranışlarının değerlendirilmesi ve beslenme izleminin yapılması OSB yönetiminde önemli bir role sahiptir (Blennerhassett ve ark., 2023).

Kronik diyare veya konstipasyon, diğer gastrointestinal problemler veya diyet kısıtlamaları gibi nedenlerden ve immün sistemle ilişkili sorunlardan kaynaklı OSB'li bireylerin vitamin ve mineral seviyelerinin düşük olabileceği düşünülmektedir (Önal ve Uçar, 2017). OSB'li çocuklarda gözlenen sınırlı yeme, aşırı seçicilik sonucu yetersiz beslenme, çeşitli besin alerjileri ve intoleransları, sindirim ve emilim bozuklukları, bazı sıkı diyetler ve kullanılan ilaçlar, çeşitli besin ögesi takviyelerinin yapılmasını gerekli hale getirebilmektedir (Martínez-González ve Andreo-Martínez, 2019; Madore ve ark., 2016; Martins ve ark., 2020; Ooi ve ark., 2015). OSB'li çocuklarda, artmış oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, metilasyon yolu yetersizliği, sülfat ve lityum eksikliği gibi çeşitli metabolik bozulmalar kaynaklı besin takviyesine olan ihtiyaç artmaktadır ve yetersizlikleri giderebilmek için çeşitli besin destekleri yaygın olarak kullanılabilir (Güler Topal ve Öngün Yılmaz, 2024). OSB'li çocukların %54.0'unun diyet takviyeleri, özellikle de multivitamin ve mineral takviyeleri aldığı bildirilmiştir (Stewart ve ark., 2015). Sıklıkla kullanılan besin takviyeleri arasında omega 3 takviyesi, probiyotik takviyesi ve vitamin mineral takviyeleri gibi takviyeler bulunmaktadır (Martínez-González ve Andreo-Martínez, 2019; Madore ve ark., 2016; Martins ve ark., 2020; Ooi ve ark., 2015). OSB'de en yaygın kullanılan desteklerin multivitaminler (%77.8), D vitamini (%44.9), omega-3 (%42.5), probiyotik (%36.5) ve magnezyum (%28.1) olduğu bir çalışmada bildirilmiştir (Trudeau ve ark., 2019). Çalışmamızda takviye kullanımı pek yaygın olmakla birlikte, en sık kullanılan takviyeler ise omega 3, D vitamini ve multivitamin mineraldir. OSB'li çocuklarda probiyotik, çinko, kalsiyum, demir, magnezyum, selenyum, B12 vitamini takviyesi kullanımı sağlıklı akranlarına kıyasla anlamlı derecede yüksektir. OSB'li çocuklarda uygulanan diyet, kullanılan ilaç, mevcut semptomlar dikkate alınarak gerekli durumlarda, uygun vitamin ve mineral takviyesinin doktor kontrolünde yapılması OSB'nin seyri ve yaşam kalitesinin

artırılması için büyük önem arz etmektedir (Cekici ve Şanlıer, 2019).

Araştırmamız OSB’li çocuklarda beslenme davranışlarını ve yeme sorunlarını anlama yolunda önemli bir adım teşkil etse de bazı sınırlamaları vardır. İlk olarak, araştırmamız beslenme veya yeme sorunlarının nicel bir ölçüsünü kullanmış olup değerlendirilmesi de yine benzer yöntemleri kullanan çalışmalarla sınırlıdır. Bu nedenle bu konuyu inceleyen nitel çalışmaları gözardı etmiş olabilir. Bununla birlikte, ebeveyn yanıtına dayalı bir çalışma olmasından dolayı gözlemsel deneysel çalışmalar gibi doğrudan objektif değerlendirme olanağı bulunmamaktadır. Davranışları karakterize etmek için nesnel ölçütler kullanmak önemli olsa da ölçülmeyen ilişkili konularla ilgili değerli bilgiler (beslenmeye yönelik ebeveyn yaklaşımı ve ebeveyn-çocuk beslenme ilişkisi) tam olarak anlaşılamamıştır. Çalışmamızın bir diğer sınırlılığı ise OSB ve kontrol grubu arasında yaş ortalaması bakımından farklılık olmasıdır ve bu durumun sonuçları etkileyebilir. OSB’de beslenme davranışları ve sorunları OSB yönetimine, bireye, yaşa ve OSB şiddetine göre değişkenlik gösterdiğinden dolayı çeşitli yaş gruplarının ve tüm OSB şiddeti düzeyinin daha detaylı şekilde incelendiği ve uzun dönem izleminin yapıldığı geniş örneklemli araştırmalara ihtiyaç vardır.

## Sonuç

Çalışmamızın bulguları OSB’li çocukların yeme sorunlarının ciddiyetini doğrulamaktadır. OSB’li çocukların BAMBI toplam puanı yüksek bulunmuş olup çocukların büyük bir çoğunluğunda beslenme sorunları gözlenmiştir. Özellikle besin reddi, hızlı yeme, aşırı yeme, besin neofobisi, besin takıntısı/seçiciliği ve yeme esnasında ağlama krizleri/öfke nöbetleri ön plana çıkmaktadır. Beslenme sorunlarının OSB’li çocukların büyük bir kısmını etkilediği göz önüne alındığında, beslenme ve yeme sorunlarının yaygınlığını, gelişimini, sürdürülmesini ve potansiyel olarak ortadan kaldırılmasını anlamaya yönelik araştırmaların yürütülmesi kritik öneme sahiptir.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Çalışmanın etik izni 01.06.2021 tarihli, E-10840098-772.02-2513 sayılı İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu kararı ile alınmıştır.

**Veri erişilebilirliği:** Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

**Finansal destek:** -

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

**Aktitiz, S., Yalçın, E., Göktaş, Z. (2019).** Otizm spektrum bozuklukları tedavisinde beslenme yaklaşımları. *Health Academy Kastamonu*, 4(2), 127-143.

<https://doi.org/10.25279/sak.435435>

**Aponte, C.A., Romanczyk, R.G. (2016).** Assessment of feeding problems in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 21, 61-72.

<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2015.09.007>

**Ashcroft, J., Semmler, C., Carnell, S., van Jaarsveld, C. H., & Wardle, J. (2008).** Continuity and stability of eating behaviour traits in children. *European journal of clinical nutrition*, 62(8), 985-990.

<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602855>

**Asil, E., Uçar, A., Tunay, Ç.Z., Bütün Ayhan, A. (2022).** Nutritional problems and body mass index of Turkish children with autism. *Nutrition & Food Science*, 52(6), 1029-1041.

<https://doi.org/10.1108/NFS-12-2021-0389>

**Berding, K., & Donovan, S.M. (2016).** Microbiome and nutrition in autism spectrum disorder: current knowledge and research needs. *Nutrition Reviews*, 74(12), 723-736.

<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw048>

**Blennerhassett, C., Richards, M., Clayton, S. (2023).** Caregiver-implemented feeding interventions for autistic children with food selectivity: A systematic review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*

<https://doi.org/10.1007/s40489-023-00378-2>

Burnett, A.J., Russell, C.G., Farrow, C., Spence, A.C., Worsley, A., & Lacy, K.E. (2024). The effects of age on associations between pre-school children's eating behaviour traits and diet quality. *Appetite*, 203, 107675.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107675>

Castro, K., Perry, I.S., Ferreira, G.P., Marchezan, J., Becker, M., & Riesgo, R. (2019). Validation of the Brief Autism Mealtime Behavior Inventory (BAMBI) Questionnaire. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(6), 2536–2544.

<https://doi.org/10.1007/s10803-019-04006-z>

Cekici, H., Sanlier, N. (2019). Current nutritional approaches in managing autism spectrum disorder: A review. *Nutritional neuroscience*, 22(3), 145–155.

<https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1358481>

da Costa, M. P., Severo, M., Oliveira, A., Lopes, C., Hetherington, M., & Vilela, S. (2022). Longitudinal bidirectional relationship between children's appetite and diet quality: A prospective cohort study. *Appetite*, 169, 105801.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105801>

Gok, S., Ozturk, S.N., Karaca, R., İlbars, S., Nogay, N.H. (2021). Evaluation of sleep disturbances, gastrointestinal problems and eating behaviors in Turkish children with autistic disorder and PDD-NOS. *Advances in Autism*, 7(2), 101–113.

<https://doi.org/10.1108/AIA-12-2019-0049>

Gray, H.L., Chiang, H.M. (2017). Brief report: Mealtime behaviors of Chinese American children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47, 892–897.

<https://doi.org/10.1007/s10803-016-2993-0>

Güler Topal, B., Öngün Yılmaz, H. (2024). Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda besin desteklerinin rolü. *Ases International Journal of Health and Sports Sciences*, 2(1), 80–91.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14576553>

Handayani, M., Herini, E.S., Takada, S. (2012). Eating behavior of autistic children. *Nurse Media Journal of Nursing*, 2(1), 281–294.

<https://doi.org/10.14710/nmjn.v2i1.3962>

Harris, H.A., Mou, Y., Dieleman, G.C., Voortman, T., Jansen, P.W. (2022). Child autistic traits, food selectivity,

and diet quality: A population-based study. *The Journal of Nutrition*, 152(3), 856–862.

<https://doi.org/10.1093/jn/nxab413>

Jansen, E., Thapaliya, G., Beauchemin, J., D'Sa, V., Deoni, S., Carnell, S., & RESONANCE Consortium (2023). The development of appetite: Tracking and age-related differences in appetitive traits in childhood. *Nutrients*, 15(6), 1377.

<https://doi.org/10.3390/nu15061377>

Kars, S., Abaoğlu, H., Huri, M. (2019). Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda beslenme aktivitesinin incelenmesi. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 6(3), 232–242.

<https://doi.org/10.21020/hsbfd.650711>

Kaynar, A.N., Öngün Yılmaz, H. (2020). Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda beslenme durumunun belirlenmesi. *Gümüşhane Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(2), 151–62.

<https://doi.org/10.37989/gumussagbil.544033>

Kazek, B., Brzóska, A., Paprocka, J., Iwanicki, T., Koziol, K., Kapinos-Gorczyca, A., et al. (2021). Eating behaviors of children with autism-pilot study, part II. *Nutrients*, 13(11), 3850.

<https://doi.org/10.3390/nu13113850>

Kral, T.V., Souders, M.C., Tompkins, V.H., Remiker, A.M., Eriksen, W.T., Pinto-Martin, J.A. (2015). Child eating behaviors and caregiver feeding practices in children with autism spectrum disorders. *Public Health Nursing*, 32(5), 488–497.

<https://doi.org/10.1111/phn.12146>

Lukens, C.T., Linscheid, T.R. (2008). Development and validation of an inventory to assess mealtime behavior problems in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(2), 342–352.

<https://doi.org/10.1007/s10803-007-0401-5>

Madore, C., Leyrolle, Q., Lacabanne, C., Benmamar-Badel, A., Joffre, C., Nadjar, A., & Layé, S. (2016). Neuroinflammation in autism: Plausible role of maternal inflammation, dietary omega 3, and microbiota. *Neural Plasticity*, 2016, 3597209.

<https://doi.org/10.1155/2016/3597209>

**Marí-Bauset, S., Llopis-González, A., Zazpe, I., Marí-Sanchis, A., Morales Suárez-Varela, M. (2017).** Comparison of nutritional status between children with autism spectrum disorder and typically developing children in the Mediterranean Region (Valencia, Spain). *Autism*, 21(3), 310-322. <https://doi.org/10.1177/1362361316636976>

**Martínez-González, A.E., Andreo-Martínez, P. (2019).** The role of gut microbiota in gastrointestinal symptoms of children with ASD. *Medicina*, 55(8), 408. <https://doi.org/10.3390/medicina55080408>

**Martins, B.P., Bandarra, N.M., Figueiredo-Braga, M. (2020).** The role of omega-3 in human neurodevelopment, including autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(9), 1431-1446. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1573800>

**Meral, B.F. (2017).** Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda beslenme problemleri ve bilimsel dayanaklı davranışsal müdahaleler. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 18(3), 493508. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.323301>

Meral, B.F., Fidan, A. (2014). A study on Turkish adaptation, validity and reliability of the Brief Autism Mealtime Behavior Inventory (BAMBI). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 403-408. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.230>

**Meral, B.F., Fidan, A. (2015).** Measuring the impact of feeding covariates on health-related quality of life in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 10, 124-130. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.11.009>

**Mezzelani, A., Landini, M., Facchiano, F., Raggi, M.E., Villa, L., Molteni, M., De Santis, B., Brera, C., Caroli, A.M., Milanesi, L., & Marabotti, A. (2015).** Environment, dysbiosis, immunity and sex-specific susceptibility: a translational hypothesis for regressive autism pathogenesis. *Nutritional neuroscience*, 18(4), 145–161. <https://doi.org/10.1179/1476830513Y.0000000108>

**Molina-López, J., Leiva-García, B., Planells, E., & Planells, P. (2021).** Food selectivity, nutritional inadequacies, and mealtime behavioral problems in children with autism spectrum disorder compared to neurotypical children. *The International Journal of Eating Disorders*, 54(12), 2155–2166.

<https://doi.org/10.1002/eat.23631>

**Morton, J.T., Jin, D.M., Mills, R.H., Shao, Y., Rahman, G., McDonald, D., et al. (2023).** Multi-level analysis of the gut-brain axis shows autism spectrum disorder-associated molecular and microbial profiles. *Nature Neuroscience*, 26(7), 1208–1217. <https://doi.org/10.1038/s41593-023-01361-0>

**Ooi, Y.P., Weng, S.J., Jang, L.Y., Low, L., Seah, J., Teo, S., et al. (2015).** Omega-3 fatty acids in the management of autism spectrum disorders: findings from an open-label pilot study in Singapore. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(8), 969–971. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.28>

**Önal, S., & Uçar, A. (2017).** Otizm spektrum bozukluğu tedavisinde beslenme yaklaşımları. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 179-194. [https://doi.org/10.1501/Asbd\\_00000000070](https://doi.org/10.1501/Asbd_00000000070)

**Rogers, L.G., Magill-Evans, J., Rempel, G.R. (2012).** Mothers' challenges in feeding their children with autism spectrum disorder—managing more than just picky eating. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 24, 19–33. <https://doi.org/10.1007/s10882-011-9252-2>

**Sandin, S., Lichtenstein, P., Kuja-Halkola, R., Larsson, H., Hultman, C.M., Reichenberg, A. (2014).** The familial risk of autism. *JAMA*, 311(17), 1770–1777. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.4144>

**Sharp, W.G., Berry, R.C., McCracken, C., Nuhu, N.N., Marvel, E., Saulnier, C.A., et al (2013).** Feeding problems and nutrient intake in children with autism spectrum disorders: a meta-analysis and comprehensive review of the literature. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(9), 2159–2173. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1771-5>

**Sharp, W.G., Burrell, T.L., Berry, R.C., Stubbs, K.H., McCracken, C.E., Gillespie, S.E., et al. (2019).** The autism managing eating aversions and limited variety plan vs parent education: a randomized clinical trial. *The Journal of Pediatrics*, 211, 185–192.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.03.046>

**Sharp, W.G., Postorino, V., McCracken, C.E., Berry, R.C., Criado, K.K., Burrell, T.L., et al. (2018).** Dietary intake, nutrient status, and growth parameters in children with

autism spectrum disorder and severe food selectivity: An electronic medical record review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(10), 1943–1950.

<https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.05.005>

**Stewart, P.A., Hyman, S.L., Schmidt, B.L., Macklin, E.A., Reynolds, A., Johnson, C.R., et al. (2015).** Dietary supplementation in children with autism spectrum disorders: common, insufficient, and excessive. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(8), 1237–1248.

<https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.03.026>

**Trudeau, M.S., Madden, R.F., Parnell, J.A., Gibbard, W.B., Shearer, J. (2019).** Dietary and supplement-based complementary and alternative medicine use in pediatric autism spectrum disorder. *Nutrients*, 11(8), 1783.

<https://doi.org/10.3390/nu11081783>

**van 't Hof, M., Tisseur, C., van Berckeleer-Onnes, I., van Nieuwenhuijzen, A., Daniels, A.M., Deen M, et al. (2021).** Age at autism spectrum disorder diagnosis: A systematic review and meta-analysis from 2012 to 2019. *Autism*, 25(4), 862-873.

<https://doi.org/10.1177/1362361320971107>

**Yeung, S.S.Y., Chan, R., Li, L., Chan, D., Leung, J., Leung, T.F. (2021).** Eating behaviors and diet quality in chinese preschoolers with and without autism spectrum disorder: a case-control study. *The Journal of Pediatrics*, 237, 258–266.e5.

<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2021.06.017>

**Zucker, N., Copeland, W., Franz, L., Carpenter, K., Keeling, L., Angold, A., et al. (2015).** Psychological and psychosocial impairment in preschoolers with selective eating. *Pediatrics*, 136(3), e582–e590.

<https://doi.org/10.1542/peds.2014-2386>

## Evaluation of the quality and safety of Burdur şiş köfte: Physicochemical and microbiological perspective

Erdem ÖZMEN<sup>1</sup>, Birol KILIÇ<sup>1</sup>, Azim ŞİMŞEK<sup>2</sup>

### Cite this article as:

Özmen, E., Kılıç, B., Şimşek, A. (2025). Evaluation of the quality and safety of Burdur şiş köfte: Physicochemical and microbiological perspective. Food and Health, 11(3), 231-239. <https://doi.org/10.3153/FH25019>

<sup>1</sup> Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Food Engineering, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta University of Applied Sciences, Egirdir Vocational School, Department of Food Processing, Isparta, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

E.Ö. 0009-0001-6013-8007  
B.K. 0000-0001-6575-4418  
A.Ş. 0000-0002-7570-0832

Submitted: 18.02.2025

Revision requested: 15.03.2025

Last revision received: 18.03.2025

Accepted: 23.03.2025

Published online: 13.06.2025

### ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the physicochemical characteristics and microbiological quality of raw and cooked Burdur şiş köfte collected from fast-food restaurants in Burdur, Türkiye. Results for physicochemical properties of raw Burdur şiş köfte samples were 5.84 pH, 58.53% moisture, 16.87% protein, 19.87% fat, 2.99% ash, 2.00% salt and 70.57 mg/100 g cholesterol, whereas, these values for cooked samples were 6.05, 61.85%, 22.88%, 11.10%, 3.13%, 2.11% and 72.65 mg/100 g, respectively. While the average counts (log CFU/g) of total mesophilic aerobic bacteria, total coliforms, yeasts-moulds, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in raw Burdur şiş köfte samples were 5.73, 3.83, 3.09, 2.31 and <1.00, respectively, these counts in cooked Burdur şiş köfte samples were 1.80, <1.00, <1.00, 1.40 and <1.00, respectively. Moreover, *Salmonella* spp. was not detected in any of the Burdur şiş köfte samples. In conclusion, the present research revealed that the cooked Burdur şiş köfte sold in Burdur had acceptable hygienic quality and nutritional value. On the other hand, some raw Burdur şiş köfte samples were found to have insufficient hygienic quality, which may create a potential health risk to consumers. Therefore, necessary precautions should be taken to ensure hygienic processing, especially during the manufacture of raw Burdur şiş köfte.

**Keywords:** Burdur şiş köfte, Consumer health, Microbiological quality, Physicochemical characteristics

### Correspondence:

Azim ŞİMŞEK

E-mail: [azimsimsek@isparta.edu.tr](mailto:azimsimsek@isparta.edu.tr)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

## Introduction

Burdur şiş köfte is a traditional grilled meat meal prepared with beef, goat or lamb, salt and back fat. It is commonly consumed in restaurants throughout the province of Burdur and in surrounding cities. This product was made from ground goat meat in the early 19<sup>th</sup> century when it first appeared. Currently, it is also made from fresh ground beef. Burdur şiş köfte is widely cooked on a charcoal grill and served with grilled pepper and pita bread. Burdur Şiş Köfte, which is confirmed to be a product specific to Burdur province, was officially documented by the Turkish Patent Institute in terms of geographical indication and announced in the Official Gazette on July 3, 2011 (Turkish Patent Institute, 2011).

Traditional foods play a crucial role in local identity, consumer behaviour, and the transfer of cultural heritage to future generations, while also influencing the interaction of this heritage with the rest of the world (Albayrak & Gunes, 2010). During the manufacturing of these products, microbial contamination may occur due to factors such as the use of low-quality raw materials, unsanitary processing, and inadequate storage conditions, which can have adverse impacts on consumer health. Moreover, the production of these products, often in small-scale or home-based environments, can also lead to inconsistent hygienic practices, thereby increasing safety risks (Rakha et al., 2022). Additionally, the perishable nature of these foods increases the risk of foodborne illnesses. Foodborne illnesses associated with these products typically result from contamination with pathogenic microorganisms such as *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* (Bintsis, 2017). Factors such as improper temperature control, inadequate cooking, and cross-contamination during preparation contribute significantly to these risks (Sunarti, 2024).

Burdur şiş köfte is a popular fast food sold in various restaurants and fast-food shops across Burdur and neighbouring cities. Since there is no previous study on the quality attributes and microbiological features of Burdur şiş köfte sold in fast food restaurants and supermarkets, consumers and meat processors have been demanding information regarding the quality and safety features of Burdur şiş köfte to meet their expectations. Therefore, it is crucial to research the composition, microbiological quality, and cooking effectiveness of Burdur şiş köfte to provide essential information to authorities regarding the public safety of this traditional meat product. Thus, the present research aimed to evaluate the physicochemical characteristics and microbiological quality of raw and cooked Burdur şiş köfte collected from fast-food restaurants in Burdur Province, Türkiye. This is the first study to

provide an update on the current status of the quality and safety characteristics of Burdur şiş köfte.

## Materials and Methods

In this research, a total of 60 Burdur şiş köfte (30 raw and 30 cooked samples) were purchased randomly from 30 different fast-food restaurants in Burdur, Türkiye. Burdur şiş köfte samples were aseptically placed in sterile polyethene bags and immediately transported to the Meat Sciences and Technology Laboratory at Suleyman Demirel University, Isparta, Türkiye, in a cooling box. Then, microbiological and physicochemical analyses were carried out on the samples.

### Physicochemical Analyses

pH was measured using a glass electrode attached to a bench-top pH/ORP meter (HI 2211, Hanna Instruments, Germany) according to the method described by Şimşek and Kılıç (2020). Both raw and cooked Burdur şiş köfte samples were subjected to colour measurements using a Minolta Colourimeter (Model CR-200, Illuminant D65, Minolta Corp., Ramsey, NJ, U.S.A.). The instrument was standardised against a white calibration plate (D65,  $L^* = 97.79$ ,  $a^* = -0.11$ ,  $b^* = 2.69$ ). The values of chroma ( $C^*_{ab}$ ), hue angle ( $h_{ab}$ ) and browning index ( $BI$ ) were calculated using CIE  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values according to equations given by Uysal et al. (2022). The protein (992.15), moisture (950.46), ash (920.153) and fat (991.36) analyses were conducted by the AOAC (1997) procedures. Salt contents were determined by the Mohr method, a titrimetric method for determining chloride ions (Papadima et al., 1999). The spectrophotometric procedure stated by Rudel and Morris (1973) was used to determine the cholesterol content. Cholesterol contents were calculated with the equation obtained from the standard curve prepared using 3 $\beta$ -Hydroxy-5-cholestene (C8667; Sigma-Aldrich, Germany) and presented as mg/100 g samples.

### Microbiological Analyses

Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total coliforms, yeasts-moulds, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* counts of raw and cooked Burdur şiş köfte samples were detected and presented as log CFU/g samples. In addition, the presence of *Salmonella* spp. was investigated. For the detection of TMAB, total coliforms and yeast-moulds, each sample (10 g) was aseptically taken and placed into a sterile stomacher pouch, and then homogenised in 90 mL of 0.1% buffered peptone water (BPW) using a stomacher blender (Bibase BK-SHG04, China) for 2 min. 10-fold serial dilutions

were prepared using BPW. The counts for TMAB, total coliforms and yeasts-moulds were performed by using the spread-plate technique on plate count agar (PCA, Merck), eosin methylene blue agar (EMB, Merck) and potato dextrose agar (PDA, Merck), respectively (Şimşek, 2022). The plates for TMAB, total coliforms and yeasts-moulds were enumerated after incubating at 30 °C for 48 h, 37 °C for 48 h and 25 °C for 120 h, respectively. For *S. aureus* and *B. cereus* detection, 25 g of each sample was aseptically weighed into a sterile stomacher pouch containing 225 mL of 0.1% BPW and homogenised by a stomacher (Biobase BK-SHG04, China) for 2 min. 10-fold serial dilutions were prepared with 0.1% BPW from the homogenised samples. The plates containing Baird Parker Agar (BPA, Merck, 105406) with egg yolk tellurite (Merck, 103785) were used for the enumeration of *S. aureus*. 0.1 mL aliquots from appropriate 10-fold dilutions were transferred to the plates containing BPA, and the plates were incubated at 37 °C for 24 h. The suspected *S. aureus* colonies with a typical black appearance surrounded by a clear area on plates were enumerated. The presence of *S. aureus* was proven by the coagulase test (Burnham et al., 2008). The enumeration of *B. cereus* was performed using the spread-plate technique in the plates containing mannitol egg yolk polymyxin (MYP) agar (Merck, 105267). The plates were counted after incubating for 24 h at 30 °C. The tests of hemolysis, reduction of nitrate and Voges-Proskauer were performed to confirm typical *B. cereus* colonies (Güven et al., 2006). The method described by the International Organisation for Standardisation was used to detect the presence of *Salmonella* spp. (ISO, 2002). Each sample (25 g) was homogenised in 225 mL of BPW for 2 min using a stomacher, and then the diluted samples were incubated at 37 °C for 18 h. At the end of the incubation, 1 mL of pre-enrichment culture was transferred into sterile tubes containing 10 mL of Selenite Cystine Broth (SCB, Merck, 100212), and then the tubes were incubated for 24 h at 37 °C. A loopful from each SCB tube was subcultured on Brilliant-Green Phenol-Red Lactose Sucrose Agar (BPLSA, Merck, 100207) and incubated for 24 h at 37 °C. Triple Sugar Iron Agar (TSIA, Merck, 44940) was used to confirm typical *Salmonella* spp. colonies.

### Statistical Analyses

Each analysis was performed in triplicate for raw and cooked samples purchased from each fast-food restaurant. The results were analysed by analysis of variance (ANOVA) using the SPSS 19.0.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) software package. The differences among the means were assessed using the Independent-Samples T-test. Differences were considered significant at the  $p < 0.05$  level.

## Results and Discussion

### Physicochemical Characteristics of Burdur Şiş Köfte

Physicochemical results of raw and cooked Burdur şiş köfte samples are shown in Table 1. The average pH values (with range) of raw and cooked Burdur şiş köfte samples were 5.84 (5.47-6.36) and 6.05 (5.82-6.47), respectively. Sarıcaoğlu and Turhan (2013) reported that the pH values of raw beef meatballs were in the range of 5.30-5.63. Yılmaz and Dağlıoğlu (2003) reported that pH values of cooked beef meatballs ranged from 5.80 to 5.87, whereas Ögütçü et al. (2018) reported that pH values of cooked Tire meatballs were between 6.23 and 6.35. In addition, higher pH values (in the range of 6.24-6.99) were determined in the research results recorded by Çimen and Çiçek (2021) in meatballs. In studies, it has been observed that the pH values obtained in meatball samples varied over a wide range. These differences in pH values can be attributed to variations in initial meat pH and product formulations. Our study results showed that the average pH of cooked samples was higher than that of the raw samples ( $p < 0.05$ ). Nuray and Oz (2019) reported that the meat pH increases due to the release of imidazole, sulfhydryl and hydroxyl groups as a result of cooking. pH values of 22 (73.33%) raw Burdur şiş köfte samples ranged from 5.47 to 6.00, whereas pH values of 8 (26.67%) raw samples were between 6.01 and 6.36. On the other hand, pH values of 15 (50%) cooked Burdur şiş köfte samples ranged between 5.82 and 6.00, whereas pH values of 15 (50%) cooked samples were between 6.01 and 6.47.

Moisture, protein, fat, ash and salt levels ranged from 49.88% to 64.58%, 14.06% to 20.90%, 11.50% to 30.00%, 1.86% to 3.90%, 0.95% to 2.98% for raw samples, and 54.85% to 65.86%, 19.08% to 26.73%, 7.50% to 19.50%, 2.04% to 4.25%, 1.37% to 3.28% for cooked samples, respectively (Table 1). Similar moisture (52.09%-59.89%), protein (12.56%-25.26%), fat (9.15%-20.85%), ash (2.43%-3.75%) and salt (1.78%-3.22%) levels were reported by Çimen and Çiçek (2021) in ready-to-eat meatballs. Sarıcaoğlu and Turhan (2013) noted that the moisture, protein, fat, ash and salt contents of Akçaabat meatballs were in the ranges of 48.35%-54.53%, 14.14%-15.17%, 19.09%-22.27%, 1.91%-2.09% and 1.23%-1.51%, respectively. Yılmaz and Demirci (1995) indicated that moisture, protein, fat, ash and salt contents of Tekirdağ meatballs were 56.66%, 16.86%, 16.07%, 2.70% and 2.21% for ungrilled meatballs, 53.79%, 18.84%, 12.72%, 3.04% and 2.69% for grilled meatballs, respectively. Moreover, Ögütçü et al. (2018) reported that Tire meatball samples had moisture, protein, fat, ash and salt contents of 52.42%-54.83%, 17.57%-20.98%, 16.41%-18.05%, 2.58%-

2.91% and 1.59%-2.19%, respectively. There is a significant variation in terms of chemical composition among meatballs, as indicated by the results obtained in the present study and previous studies. These differences may be attributed to the variations in product formulations and final moisture levels. According to the Turkish Food Codex, meat products prepared with ground meat are allowed up to 25% fat and 2% salt content, and at least 12% protein content (TFC, 2016). Therefore, all of the raw and cooked Burdur şiş köfte samples were within legal limits in terms of protein level. However, the salt contents of 16 (53.33%) raw Burdur şiş köfte samples and 17 (56.67%) cooked Burdur şiş köfte samples were determined to be slightly higher than the acceptable upper salt limit value. The fat contents of 2 (6.67%) raw Burdur şiş köfte samples exceeded this upper limit value. The average moisture, protein, ash and salt levels were significantly higher in cooked Burdur şiş köfte samples than the raw counterparts

( $p < 0.05$ ). On the other hand, the average fat level of cooked Burdur şiş köfte samples was lower than that of raw samples ( $p < 0.05$ ). Protein levels of all Burdur şiş köfte samples increased, and fat levels decreased compared to raw counterparts after the cooking process ( $p < 0.05$ ). A lower fat content in the cooked Burdur şiş köfte samples was expected, as raw Burdur şiş köfte samples lost some fat through melting and draining during cooking. Moreover, the moisture levels of 6 (20%) samples, ash levels of 4 (13.33%) samples, and salt levels of 8 (26.67%) samples exhibited no significant changes as a result of the cooking process. Out of 30 cooked Burdur şiş köfte samples, 24 (80%), 16 (53.33%) and 12 (40%) had higher moisture, ash and salt levels compared to raw counterparts, respectively ( $p < 0.05$ ). The reduction in fat levels (Table 1) during cooking was considered the primary cause of the increase in moisture, protein, ash, and salt levels.

**Table 1.** Physicochemical characteristics of raw (n=30) and cooked (n=30) Burdur şiş köfte samples

|                        | Raw                       |         |         | Cooked                    |         |         |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|
|                        | Mean±SD                   | Minimum | Maximum | Mean±SD                   | Minimum | Maximum |
| pH                     | 5.84 <sup>b</sup> ±0.25   | 5.47    | 6.36    | 6.05 <sup>a</sup> ±0.19   | 5.82    | 6.47    |
| Moisture (%)           | 58.53 <sup>b</sup> ±3.85  | 49.88   | 64.58   | 61.85 <sup>a</sup> ±2.73  | 54.85   | 65.86   |
| Protein (%)            | 16.87 <sup>b</sup> ±1.88  | 14.06   | 20.90   | 22.88 <sup>a</sup> ±2.24  | 19.08   | 26.73   |
| Fat (%)                | 19.87 <sup>a</sup> ±3.80  | 11.50   | 30.00   | 11.10 <sup>b</sup> ±2.29  | 7.50    | 19.50   |
| Ash (%)                | 2.99 <sup>b</sup> ±0.48   | 1.86    | 3.90    | 3.13 <sup>a</sup> ±0.61   | 2.04    | 4.25    |
| Salt (%)               | 2.00 <sup>b</sup> ±0.56   | 0.95    | 2.98    | 2.11 <sup>a</sup> ±0.45   | 1.37    | 3.28    |
| Cholesterol (mg/100 g) | 70.57 <sup>a</sup> ±15.20 | 42.16   | 104.27  | 72.65 <sup>a</sup> ±19.72 | 38.34   | 114.58  |
| <i>L</i> *             | 52.87 <sup>a</sup> ±5.46  | 47.06   | 63.93   | 49.56 <sup>b</sup> ±2.91  | 45.26   | 55.14   |
| <i>a</i> *             | 15.10 <sup>a</sup> ±6.96  | 6.19    | 26.97   | 10.21 <sup>b</sup> ±1.66  | 7.30    | 12.56   |
| <i>b</i> *             | 4.48 <sup>b</sup> ±1.90   | 2.01    | 8.99    | 8.45 <sup>a</sup> ±1.27   | 5.62    | 11.87   |
| <i>h<sub>ab</sub></i>  | 20.90 <sup>b</sup> ±14.00 | 4.54    | 50.71   | 39.78 <sup>a</sup> ±6.58  | 30.62   | 57.76   |
| <i>C*<sub>ab</sub></i> | 16.16 <sup>a</sup> ±5.72  | 8.29    | 27.35   | 13.35 <sup>b</sup> ±1.12  | 10.11   | 15.72   |
| <i>BI</i>              | 28.97 <sup>b</sup> ±7.17  | 16.91   | 48.82   | 33.32 <sup>a</sup> ±3.24  | 24.09   | 39.65   |

SD: standard deviation; *h<sub>ab</sub>*: hue angle; *C\*<sub>ab</sub>*: chroma; *BI*: browning index; Results are expressed as mean±SD; <sup>a-b</sup>Means with different superscripts within a row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

The cholesterol levels of Burdur şiş köfte samples ranged from 42.16 mg/100 g to 104.27 mg/100 g for raw samples and 38.34 mg/100 g to 114.58 mg/100 g for cooked samples, respectively. The cholesterol levels obtained in this study were similar to the results (in the ranges from 70.4% to 89.7% for raw samples and 67.0% to 76.5% for cooked samples) of previous studies on meatballs and hamburgers (Baggio & Bragagnolo, 2006). Study results showed no differences between raw and cooked Burdur şiş köfte samples in terms of average cholesterol level (Table 1). The cholesterol levels were higher in 15 (50%, out of 30) and lower in 12 (40%) cooked Burdur şiş köfte samples compared to raw counterparts ( $p < 0.05$ ). Previous studies have reported that the cholesterol levels of processed meat products vary significantly depending on factors such as the type of meat or muscle used, the cooking or heating processes applied, and product formulations (Bragagnolo, 2008; Dinh et al., 2011). Specifically, several studies in the literature have demonstrated the impact of cooking on cholesterol levels (Chizzolini et al., 1999; Dinh et al., 2011). Dinh et al. (2011) noted the migration of cholesterol from fat tissues to muscle tissues as the reason for the greater cholesterol level determined in cooked meats compared to raw ones. On the other hand, Chizzolini et al. (1999) stated that the cholesterol levels in meats do not significantly alter on cooking, because negligible amounts of cholesterol are lost from the membranes. The researchers also reported that cooking beef patties containing up to 25% fat resulted in a small decrease in cholesterol levels. Moreover, Kregel et al. (1986) noted that cholesterol retention during cooking varied between 96% and 74% in ground beef, depending on fat levels of 9.5% and 28.5%, respectively. In the present study, the increases or decreases in cholesterol levels of cooked Burdur şiş köfte samples may be attributed to differences in fat levels among the tested products.

The lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ), yellowness ( $b^*$ ), hue angle ( $h_{ab}$ ), chroma ( $C^*_{ab}$ ), and browning index ( $BI$ ) values (Table 1) of the raw and cooked şiş köfte samples were in the ranges (average) of 47.06-63.93 (52.87), 6.19-26.97 (15.10), 2.01-8.99 (4.48), 4.54-50.71 (20.90), 8.29-27.35 (16.16) and 16.91-48.82 (28.97) for raw samples, and 45.26-55.14 (49.56), 7.30-12.56 (10.21), 5.62-11.87 (8.45), 30.62-57.76 (39.78), 10.11-15.72 (13.35) and 24.09-39.65 (33.32) for cooked samples, respectively. Sarıcaoğlu and Turhan (2013) stated that the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of raw Akçaabat meatballs were in the ranges of 39.10-45.65, 6.19-10.35 and 10.22-12.60, respectively. Ögütçü et al. (2018) noted that the colour values of Tire meatballs ranged from 50.16 to 58.30 for  $L^*$  values, 4.72 to 6.70 for  $a^*$  values and 12.86 to 15.56 for  $b^*$  values. Çimen and Çiçek (2021) reported that  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of meatballs ranged from 32.99 to 48.63, 5.70

to 11.83 and 13.05 to 21.50, respectively. Moreover, Bozkurt (2009) demonstrated that  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $h_{ab}$  values of İnegöl köfte samples were 40.75, 15.03, 18.22 and 50.48 for raw köfte samples and 37.71, 7.63, 15.77 and 64.22 for cooked köfte samples, respectively. There are significant variations in colour values among meatball samples, as determined by the results of the present study and previous studies. It has been noted that the colour values of meat products are influenced by various factors, including moisture and fat content, oxidation, and added ingredients (Lorenzo et al., 2017). The colour results revealed that the lower average  $L^*$ ,  $a^*$  and  $C^*_{ab}$  values and the higher  $b^*$ ,  $h_{ab}$  and  $BI$  values were determined in the cooked Burdur şiş köfte samples compared to raw Burdur şiş köfte samples ( $p < 0.05$ ).

### Microbiological Quality of Burdur Şiş Köfte

The average microbial counts (log CFU/g) of TMAB, total coliforms, yeasts-moulds, *Salmonella* spp., *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* obtained from raw and cooked Burdur şiş köfte samples are shown in Table 2. The average counts of TMAB, total coliforms, yeasts-moulds, *B. cereus* and *S. aureus* for raw Burdur şiş köfte samples were 5.73 (3.48-8.25), 3.83 (2.43-5.46), 3.09 (1.48-4.58), 2.31 (1.30-3.08) and  $<1.00$  ( $<1.00$ -2.56), respectively. In cooked Burdur şiş köfte samples, the average counts of TMAB, total coliforms, yeasts-moulds, *B. cereus* and *S. aureus* were 1.80 ( $<1.00$ -3.52),  $<1.00$  ( $<1.00$ -2.79),  $<1.00$  ( $<1.00$ -3.71), 1.40 ( $<1.00$ -2.96) and  $<1.00$  ( $<1.00$ -2.32), respectively. Ögütçü et al. (2018) noted that the mesophilic and total coliform bacteria counts of raw Turkish Tire meatballs were in the ranges of 4.45-6.48 log CFU/g and 2.90-4.05 log CFU/g, respectively. Can et al. (2013) reported that TMAB and *S. aureus* counts of cooked Sivas köfte samples were in the ranges from 2.70 log CFU/g to 4.90 log CFU/g and  $<1.00$  to 1.90 log CFU/g, respectively. It was noted that TMAB, yeasts, total coliforms and *S. aureus* counts in Tekirdağ meatballs were 5.38-7.34 log CFU/g, 4.00-5.85 log CFU/g, 2.00-5.63 log CFU/g and  $<1.00$ -2.39 log CFU/g for raw meatballs and 2.78-4.17 log CFU/g, 2.00-2.84 log CFU/g,  $<1.00$ -3.83 log CFU/g and  $<1.00$ -1.90 log CFU/g for cooked meatballs, respectively (Yılmaz et al., 2002). Variations in microbial counts observed in the present and previous studies could be attributed to differences in initial microbial loads, storage conditions, and the hygienic quality maintained during the processing period. In the present study, the results of microbiological analysis showed that lower counts of TMAB, total coliforms, yeasts-moulds, as well as *B. cereus*, were detected in cooked Burdur şiş köfte samples ( $p < 0.05$ ). According to the Microbiological Criteria Legislation of the Turkish Food Codex (TFC, 2011), *Salmonella* should not be detected in 25 g of raw meat

mixtures and cooked meatballs. In the present study, *Salmonella* spp. was not detected in either raw or cooked Burdur şiş köfte samples. This finding complies with the criteria reported in the Turkish Food Codex (TFC, 2011). All tested raw Burdur şiş köfte samples were positive for TMAB, total coliforms, yeasts-moulds and *B. cereus* counts. Only 14 (46.67%) out of 30 tested raw samples showed *S. aureus* counts  $\geq 1$  log CFU/g (Table 2). Out of 30 tested cooked Burdur şiş köfte samples, 24 (72%), 2 (6.67%), 11 (36.67%), 19 (63.33%), and 2 (6.67%) were positive for TMAB, total coliforms, yeasts-moulds, *B. cereus* and *S. aureus* counts, respectively. According to the Microbiological Criteria Legislation of the Turkish Food Codex, the acceptable upper limit for the number of aerobic colonies in ground meat is reported to be  $5 \times 10^6$  CFU/g (TFC, 2011). Considering this upper limit value, it can be stated that TMAB counts of 13 (43.33%) raw Burdur şiş köfte samples (6.19 to 8.20 log CFU/g) exceeded the upper limit value. On the other hand, the TMAB counts of all tested cooked Burdur şiş köfte samples were below the acceptable upper limit value ( $5 \times 10^6$  CFU/g). The Turkish Food Codex (TFC, 2011) has no acceptable upper limit for total coliform counts in raw or cooked meat products. However, the presence of total coliform bacteria is often used as an indicator of potential faecal contamination due to inadequate processing and/or post-processing recontamination. In the present study, total coliform counts in 28 (93.33%) out of 30 cooked Burdur şiş köfte samples were below the detection

limit (1 log CFU/g). In contrast, total coliform counts of raw Burdur şiş köfte samples ranged between 2.43 log CFU/g and 5.46 log CFU/g. According to the Turkish Food Codex, there are no legal limits on yeast and mould counts in raw meat mixtures and cooked meatballs (TFC, 2011). On the other hand, it has been noted that yeast-mould counts should exceed 4 log CFU/g to indicate spoilage (Ahmad & Srivastava, 2007). Yeast-mould counts of 6 (20%) raw Burdur şiş köfte samples (4.01 to 4.31 log CFU/g) were detected to be slightly higher than the value reported by Ahmad and Srivastava (2007). Considering this upper limit value, it was seen that none of the yeast-mould counts in cooked Burdur şiş köfte samples exceeded the specified limit value. Regarding *B. cereus* and Coagulase-positive Staphylococci, the acceptable upper limit for *B. cereus* and Coagulase-positive Staphylococci counts in ready-to-eat and not ready-to-eat meat products is noted to be 3 log CFU/g and 4 log CFU/g, respectively (TFC, 2011). Considering this limit value for *B. cereus* and *S. aureus*, it was observed that *B. cereus* and *S. aureus* counts detected in all raw and cooked Burdur şiş köfte samples were below the specified limit values. Additionally, Yu et al. (2020) highlighted that *B. cereus* can lead to food poisoning even at lower numbers. Thus, a concentration of more than 3 log CFU/g is deemed unsafe for consumption. Moreover, Kadariya et al. (2014) pointed out that *S. aureus* enterotoxin typically does not reach levels that cause food poisoning until the pathogen's count reaches at least 5 log CFU/g.

**Table 2.** Microbiological analysis results (log CFU/g) of raw (n=30) and cooked (n=30) Burdur şiş köfte samples

| Microorganism types          | Mean±SD                 | Raw     |         |                |       | Rate of Positive Samples (%) | Cooked  |         |                |                              |
|------------------------------|-------------------------|---------|---------|----------------|-------|------------------------------|---------|---------|----------------|------------------------------|
|                              |                         | Minimum | Maximum | n <sup>p</sup> |       |                              | Minimum | Maximum | n <sup>p</sup> | Rate of Positive Samples (%) |
| TMAB                         | 5.73 <sup>a</sup> ±1.18 | 3.48    | 8.25    | 30             | 100   | 1.80 <sup>b</sup> ±0.90      | <1.00   | 3.52    | 24             | 72                           |
| Total coliform bacteria      | 3.83 <sup>a</sup> ±0.76 | 2.43    | 5.46    | 30             | 100   | <1.00 <sup>b</sup>           | <1.00   | 2.79    | 2              | 6.67                         |
| Yeasts and moulds            | 3.09 <sup>a</sup> ±0.81 | 1.48    | 4.58    | 30             | 100   | <1.00 <sup>b</sup>           | <1.00   | 3.71    | 11             | 36.67                        |
| <i>Bacillus cereus</i>       | 2.31 <sup>a</sup> ±0.45 | 1.30    | 3.08    | 30             | 100   | 1.40 <sup>b</sup> ±1.12      | <1.00   | 2.96    | 19             | 63.33                        |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | <1.00                   | <1.00   | 2.56    | 14             | 46.67 | <1.00                        | <1.00   | 2.32    | 2              | 6.67                         |
| <i>Salmonella</i> spp.       | N.D.                    | N.D.    | N.D.    | -              | -     | N.D.                         | N.D.    | N.D.    | -              | -                            |

\*TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria; N.D.: Not detected; n: number of analysed samples; n<sup>p</sup>: number of positive analysed samples; SD: Standard deviation; Results are expressed as mean±SD; <sup>a-b</sup>Means with different superscripts within a row are significantly different (p<0.05).

## Conclusion

This research assessed the physicochemical properties and microbiological features of Burdur şiş köfte. Consequently, it was determined that Burdur şiş köfte samples mostly met the legal requirements specified in the Turkish Food Codex in terms of physicochemical properties, except for their salt and fat contents. On the other hand, Burdur şiş köfte samples collected from fast-food restaurants showed significant variation in terms of physicochemical properties. The microbiological attributes of cooked Burdur şiş köfte samples generally met the legal standards. However, some raw Burdur şiş köfte samples surpassed the limit values for TMAB, yeast-moulds, and total coliforms. On the other hand, *B. cereus* and *S. aureus* counts found in all raw and cooked Burdur şiş köfte samples were within the acceptable limit values. Moreover, *Salmonella* spp. was not found in any of the raw and cooked Burdur şiş köfte samples. Ultimately, this research revealed that the hygienic quality of specific raw Burdur şiş köfte samples was inferior to that of cooked ones. The cooking process plays a significant role in reducing the microbial load in Burdur şiş köfte. The present study results indicate the insufficient hygienic quality of raw Burdur şiş köfte; thus, necessary precautions should be taken during the preparation, processing, and storage of raw Burdur şiş köfte.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of interest:** The author(s) declare that they have no actual, potential, or perceived conflicts of interest related to this article.

**Ethics committee approval:** The authors declare that this study does not involve experiments with human or animal subjects, and therefore, ethics committee approval is not required.

**Data availability:** Data will be made available at the request of the author(s).

**Funding:** This study was supported by Süleyman Demirel University, the Department of Scientific Research Project (BAP, Project ID: 2309-YL-10).

**Acknowledgements:** -

**Disclosure:** This study was produced from the Master's Thesis of Erdem Özmen (Suleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Food Engineering).

## References

- Ahmad, S., & Srivastava, P. K. (2007). Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. *Meat Science*, 75(4), 603-609.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.09.008>
- Albayrak, M., & Gunes, E. (2010). Traditional foods: Interaction between local and global foods in Turkey. *African Journal of Business Management*, 4(4), 555.
- AOAC (1997). Association of Official Analytical Chemists. In W. Horwitz (Eds.) Official methods of analysis (15th ed.). Washington, DC. ISBN: 0-935584-42-0
- Baggio, S.R., & Bragagnolo, N. (2006). The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. *Food Chemistry*, 95(4), 611-619.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.037>
- Bintsis, T. (2017). Foodborne pathogens. *AIMS Microbiology*, 3(3), 529.  
<https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.529>
- Bozkurt, H. (2009). *The application, mathematical modeling and exergetic optimization of ohmic cooking in kofte production* (Doctoral dissertation, M. sc. Thesis, Ege University, Izmir).
- Bragagnolo, N. (2008). Cholesterol and cholesterol oxides in meat and meat products. In *Handbook of muscle foods analysis* (pp. 207-240). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781420045307.ch12>
- Burnham, G.M., Hanson, D.J., Koshick, C.M., & Ingham, S.C. (2008). Death of *Salmonella* serovars, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* during the drying of meat: a case study using biltong and droëwors. *Journal of Food Safety*, 28(2), 198-209.  
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2008.00114.x>
- Can, O.P., Şahin, S., Erşan, M., & Harun, F. (2013). Sivas kofte and examination of microbiological quality. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29(1), 133-143.  
<https://doi.org/10.2298/BAH1301133C>
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., & Ghidini, S. (1999). Calorific value and cholesterol content of normal and

low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(4-5), 119-128.

[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00034-5)

**Çimen, A., & Çiçek, Ü. (2021).** Tokat ilinde satışa sunulan köfte ve dönerlerin bazı fiziksel, kimyasal ve serolojik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(2), 71-83.

**Dinh, T.T., Thompson, L.D., Galyean, M.L., Brooks, J.C., Patterson, K.Y., & Boylan, L.M. (2011).** Cholesterol content and methods for cholesterol determination in meat and poultry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(5), 269-289.

<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00158.x>

**Güven, K., Mutlu, M.B., & Avci, O. (2006).** Incidence and characterization of *Bacillus cereus* in meat and meat products consumed in Turkey. *Journal of Food Safety*, 26(1), 30-40.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2005.00031.x>

**Kadariya, J., Smith, T.C., & Thapaliya, D. (2014).** *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food-borne disease: an ongoing challenge in public health. *BioMed Research International*, 2014(1), 827965.

<https://doi.org/10.1155/2014/827965>

**Kregel, K.K., Prusa, K.J., & Hughes, K.V. (1986).** Cholesterol content and sensory analysis of ground beef as influenced by fat level, heating, and storage. *Journal of Food Science*, 51(5), 1162-1165.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13073.x>

**Lorenzo, J.M., Franco Ruiz, D., & Carballo, J. (2017).** Fat content of dry-cured sausages and its effect on chemical, physical, textural and sensory properties. *Fermented Meat Products*, 1st ed.; Zdolec, N., Ed, 474-487. ISBN: 9781315369846

**Nuray, M., & Oz, F. (2019).** The effect of using different types and rates of onion-water extract in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(7), 3538-3547.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.9574>

**Ögütcü, M., Gevrek, S., & Arifoğlu, N. (2018).** Physicochemical, textural, microbial and sensory properties of Turkish Tire meatball. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(10), e13768.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.13768>

**Papadima, S.N., Arvanitoyannis, I., Bloukas, J.G., & Fournitzis, G.C. (1999).** Chemometric model for describing Greek traditional sausages. *Meat science*, 51(3), 271-277.

[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00137-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00137-5)

**Rakha, A., Fatima, M., Bano, Y., Khan, M.A., Chaudhary, N., & Aadil, R.M. (2022).** Safety and quality perspective of street vended foods in developing countries. *Food Control*, 138, 109001.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109001>

**Rudel, L.L., & Morris, M.D. (1973).** Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *Journal of Lipid Research*, 14(3), 364-366.

[https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)36896-6](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)36896-6)

**Sarıcaoğlu, F.T., & Turhan, S. (2013).** Chemical composition, colour and textural properties of Akcaabat meatball: A traditional Turkish meat product. *Gıda*, 38(4), 191-198.

**Sunarti, L.S. (2024).** Bacterial Contamination in Food: Sources, Risks, and Prevention Strategies. *International Journal of Pathogen Research*, 13(6), 90-100.

<https://doi.org/10.9734/ijpr/2024/v13i6324>

**Şimşek, A., & Kılıç, B. (2020).** Influences of encapsulated polyphosphate incorporation on oxidative stability and quality characteristics of ready to eat beef Döner kebab during storage. *Meat Science*, 169, 108217.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108217>

**Şimşek, A. (2022).** An evaluation of the physicochemical and microbiological characteristics and the hygienic status of naturally fermented camel sausages (sucuks). *Food Science and Technology*, 42, e81321.

<https://doi.org/10.1590/fst.81321>

**Uysal, C., Enişte, İ., Çifçi, M., Şimşek, A., & Kılıç, B. (2022).** Effects of different packaging methods and storage temperatures on physicochemical, microbiological, textural and sensorial properties of emulsion-type sausage chips. *Journal of Stored Products Research*, 98, 102002.

<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.102002>

**Turkish Patent Institute. (2011).** Burdur Şiş Köfte Geographical Indication. Official Gazette, July 3, 2011.

**TFC (2011).** Turkish Food Codex, Legislation of Microbiological Criteria. The Official Gazette No:29.12.2011/28157

**TFC (2016).** Turkish Food Codex, Legislation on Meat and Meat Products. The Official Gazette No, 18, 2016-29774

**Yılmaz, İ., & Dağhoğlu, O. (2003).** The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science*, 65(2), 819-823.

[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00286-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00286-3)

**Yilmaz, I., Yetim, H., & Ockerman, H. W. (2002).** The effect of different cooking procedures on microbiological and chemical quality characteristics of Tekirdağ meatballs. *Food/Nahrung*, 46(4), 276-278.

[https://doi.org/10.1002/1521-](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20020701)46:4<276::AID-FOOD276>3.0.CO;2-2)

[3803\(20020701\)46:4<276::AID-FOOD276>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/1521-3803(20020701)46:4<276::AID-FOOD276>3.0.CO;2-2)

**Yılmaz, I., & Demirci, M. (1995).** A research on determining of the physical, chemical and microbiological properties of Tekirdağ meatball. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 4(1/2), 17-29.

**Yu, S., Yu, P., Wang, J., Li, C., Guo, H., Liu, C., ... & Ding, Y. (2020).** A study on prevalence and characterization of *Bacillus cereus* in ready-to-eat foods in China. *Frontiers in Microbiology*, 10, 3043.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03043>

## Antibiotic resistance and prevalence of *Salmonella* spp. In the vegetable wash water from the tomato market, Lafia, Nasarawa, Nigeria

Daniel ASHEFO<sup>1</sup>, Emmanuel OBOH<sup>2</sup>

### Cite this article as:

Ashefo, D., Oboh, E. (2025). Antibiotic resistance and prevalence of *Salmonella* spp. In the vegetable wash water from the tomato market, Lafia, Nasarawa, Nigeria Food and Health, 11(3), 240-246. <https://doi.org/10.3153/FH25020>

<sup>1</sup> Isa Mustapha Agwai 1 Polytechnic  
Department of Science Laboratory  
Technology, Lafia, Nasarawa State,  
Nigeria

<sup>2</sup> Nasarawa State University, Faculty of  
Natural and Applied Sciences,  
Department of Microbiology, Keffi,  
Nasarawa State, Nigeria

### ORCID IDs of the authors:

D.A. 0000-0001-9001-6468  
E.O. 0000-0002-4759-5115

Submitted: 27.012.2024

Revision requested: 17.03.2025

Last revision received: 08.04.2025

Accepted: 08.04.2025

Published online: 19.06.2025

### ABSTRACT

The prevalence of *Salmonella* spp. in vegetables and their wash water presents a considerable public health threat, particularly in regions characterised by inadequate sanitation and hygiene practices. This study aimed to evaluate the prevalence, antimicrobial resistance, and multidrug resistance (MDR) patterns of *Salmonella* spp. in vegetable wash water samples collected from the Tomato Market located on Shinge Road, Lafia, Nasarawa State, Nigeria. *Salmonella* spp. were identified in 14 out of 30 samples, indicating a prevalence rate of 46.67%. Notably, high resistance rates were observed for Ampicillin (92.86%) and Amoxicillin-Clavulanic acid (64.29%). The highest sensitivity was recorded for Ciprofloxacin and Ceftazidime (100% each), as well as for Ceftriaxone (85.71%). Various multidrug resistance (MDR) patterns were observed, with resistance to multiple drug classes being prevalent. The elevated prevalence and MDR patterns in *Salmonella* spp. from vegetable wash water underscore critical public health issues. Enhancing sanitation practices and ensuring prudent antibiotic utilisation are essential measures needed to effectively tackle these challenges.

**Keywords:** Multidrug resistance, Foodborne pathogens, Microbial contamination, Fresh produce safety, Public health risk

### Correspondence:

Emmanuel OBOH

E-mail: [emmanueljohnoboh@gmail.com](mailto:emmanueljohnoboh@gmail.com)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.sscientificwebjournals.com>

## Introduction

*Salmonella*, a genus of rod-shaped, Gram-negative bacteria in the Enterobacteriaceae family, is a leading foodborne pathogen responsible for salmonellosis. This disease can cause gastroenteritis, systemic infections, and, in severe cases, death. The World Health Organisation (WHO) estimates that *Salmonella* causes 93.8 million cases of gastroenteritis and 155,000 deaths globally each year (Heredia & García, 2018). While traditionally linked to animal products, recent outbreaks have highlighted the contamination of fresh produce, underscoring the need to study its presence in vegetables. Between 1973 and 2011, *Salmonella* was implicated in 18% of all produce-associated outbreaks in the United States (Bennett et al., 2015), and this trend persists, with fresh produce contributing significantly to foodborne *Salmonella* outbreaks (CDC, 2021).

Vegetables may become contaminated at various points along the food supply chain, including cultivation, harvesting, processing, and distribution (Luna-Guevara et al., 2019). One critical stage is the washing process, where contaminated wash water can facilitate the spread of pathogens to uncontaminated produce (Government of British Columbia, 2012). Reusing the same water for multiple batches of vegetables heightens the risk of cross-contamination, complicating efforts to ensure food safety (Fletcher, 2015; Popa & Papa, 2021). For example, Allende et al. (2017) demonstrated that a single contaminated lettuce leaf could transfer *Salmonella* to an entire batch through wash water, emphasising the importance of water quality management during produce processing. *Salmonella*'s ability to survive in water environments further exacerbates the issue, with strains persisting for up to 54 days in sterile water (Jongman et al., 2017).

Studies from Africa, Asia, and Latin America have highlighted the widespread contamination of fresh produce and washing water with *Salmonella*. In Nigeria, Oranusi et al. (2018) detected *Salmonella* in irrigation water and vegetables, indicating contamination at the pre-harvest stage. Similar findings have been reported in Ethiopia (Tafesse et al., 2020) and India (Choudhury et al., 2019), where irrigation water and post-harvest handling practices have been identified as contributing factors to *Salmonella* outbreaks. These studies underscore the importance of enhancing hygiene practices in produce markets, particularly in developing countries where regulatory enforcement of food safety standards is often inadequate.

Beyond its presence in fresh produce, the antibiotic resistance of *Salmonella* poses a serious public health concern. A global

study by Hendriksen et al. (2019) found high levels of resistance to commonly used antibiotics, such as ampicillin, chloramphenicol, and tetracycline, across over 4,000 *Salmonella* genomes from 42 countries. Similarly, Vital et al. (2018) reported the presence of multidrug-resistant (MDR) *Salmonella* in irrigation water and vegetables, with resistance to critical antibiotics such as ciprofloxacin and ceftriaxone. The increasing prevalence of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL)-producing *Salmonella* further complicates treatment, making infections more challenging to manage (Tian et al., 2020). Studies from Nigeria also indicate a rising trend in antibiotic resistance among foodborne *Salmonella* isolates, with resistance to third-generation cephalosporins and fluoroquinolones (Eze et al., 2019). These findings align with reports from developing nations, where the unregulated use of antibiotics in agriculture and veterinary medicine has contributed to the emergence of resistant strains.

Despite these global challenges, there is a lack of data on the antibiotic resistance profiles of *Salmonella* isolates from vegetable wash water, particularly in Lafia, Nasarawa State. Most studies in Nigeria have focused on poultry, irrigation water, and processed foods, leaving a critical gap in understanding the role of market-based water sources in bacterial contamination (Eze et al., 2019). Addressing this gap is crucial to developing effective control measures and ensuring the safety of vegetables consumed in the region.

This study aims to determine the prevalence and antibiotic resistance patterns of *Salmonella* species isolated from vegetable wash water in the tomato market of Lafia, Nasarawa State. Understanding these resistance trends offers valuable insights into associated risks and guides intervention strategies.

## Materials and Methods

### Study Location

The Tomato Market on Shinge Road in Lafia, Nasarawa State, is a bustling hub renowned for trading in fresh produce, particularly tomatoes. Located centrally, it attracts vendors, farmers, and buyers from nearby areas. The market features organised stalls where vendors display a variety of vegetables and fruits. The Market is crucial to the study due to its central role in the local food supply chain. As a significant marketplace for fresh produce, including vegetables, it represents a critical point of potential contamination or pathogen spread, such as *Salmonella*.

### Sample Collection

Samples were collected using a modified technique, as described by Nwinyi and Nduchukwuka (2016), from 15 randomly selected vendors selling vegetables at the Tomato Market on Shinge Road, Lafia, Nasarawa State. A total of 30 samples were obtained using sterile containers and aseptic techniques directly from these vendors. Each sample was labelled with details including date, time, and specific location. Samples will then be transported in coolers to maintain integrity during transit to the Microbiology laboratory at the Department of Science Laboratory Technology, Isa Mustapha Agwai 1 Polytechnic, Lafia, Nasarawa State, for bacterial analysis and antibiogram profiling.

### Bacteriological Analysis and Identification of *Salmonella* Isolates

Bacteriological analysis was conducted using standard methods for examining water and wastewater (American Public Health Association [APHA], 2017). Samples were thoroughly mixed to ensure homogeneity. An aliquot of 25 g or 25 mL of each sample was transferred aseptically into 225 mL of Buffered Peptone Water (BPW) and incubated at 37°C for 18–24 hours to allow for pre-enrichment of stressed or low-level bacterial cells. After enrichment, ten-fold serial dilutions were prepared as necessary, and 0.1 mL aliquots were plated onto *Salmonella-Shigella* Agar (SSA) using the pour plating method. The plates were incubated at 37°C for 24–48 hours, and well-isolated colonies were selected (Ashefo & Habibu, 2024). Small, round, transparent colonies, with or without black centres due to hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) production, were subcultured onto freshly prepared SSA plates for purity checks and biochemical characterisation (Atlas, 2013). Smears of bacterial isolates were heat-fixed on clean, grease-free slides and subjected to Gram staining. The slides were stained with crystal violet, followed by Lugol's iodine and 95% alcohol for decolourisation, before being counterstained with safranin. After air-drying, the slides were examined under an oil immersion objective lens, where Gram-positive bacteria appeared purple, while Gram-negative bacteria appeared pink (Verawaty et al., 2020).

Presumptive *Salmonella* colonies, identified based on their morphology on *Salmonella-Shigella* Agar and Gram-staining as Gram-negative rods, were further analysed using the KB003 H125™ Enterobacteriaceae Identification Kit. Pure colonies were suspended in sterile normal saline and adjusted to 0.5 McFarland turbidity. The bacterial suspension was inoculated into the wells of the kit, which contains dehydrated biochemical substrates for various metabolic tests. After sealing, the kit was incubated at 37°C for 24 hours. Following

incubation, reagents were added to specific wells, and the results were interpreted according to the manufacturer's instructions for identifying *Salmonella* species.

### Antibiotic Susceptibility Testing

Fourteen confirmed *Salmonella* spp isolates were picked, and isolates were grown in nutrient broth for 18–24 hours, diluted in physiological saline, and adjusted to match the 0.5 McFarland standard (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2017). Antibiotic susceptibility was determined using the disc diffusion method (Olovo et al., 2019). Antibiotics tested included Ampicillin (AMP: 10 µg), Amoxicillin Clavulanic acid (AMT: 30 µg), Cefotaxime (CTX: 30 µg), Ceftazidime (CAZ: 30 µg), Ceftriaxone (CRO: 30 µg), Ciprofloxacin (CIP: 5 µg), Cotrimoxazole (SXT: 25 µg), Gentamicin (CN: 10 µg), and Streptomycin (S: 10 µg). Mueller Hinton Agar (MHA) plates were inoculated with the test cultures, dried, and antibiotic discs were placed using sterile forceps. Plates were incubated at 37°C for 24 hours, and inhibition zones were measured in millimetres, including disc diameter (CLSI, 2017).

### Classification of Antibiotic Resistance

Antibiotic resistance in the isolates were classify into: multi-drug resistance (MDR: non susceptible to  $\geq 1$  agent in  $\geq 3$  antimicrobial categories); extensive drug resistance (XDR: non susceptible to  $\geq 1$  agent in all but  $\leq 2$  antimicrobial categories); pan drug resistance (PDR: non susceptible to all antimicrobial listed) (Magiorakos et al., 2012).

### Results and Discussion

The prevalence of *Salmonella* spp. in vegetable wash water from the Tomato market in Lafia, Nasarawa State, was notably high, with 14 out of 30 samples (46.47%) testing positive. This finding aligns with previous studies, such as Nkang et al. (2018), who reported a prevalence of 42%, and Okonko et al. (2019), who observed a prevalence of 48% in wash water from Nigerian street markets. Similarly, a study in Jordan found *Salmonella* contamination in 32.2% of irrigation water samples, indicating significant contamination risks associated with irrigation water (Burjaq & Abu-Romman, 2020). These consistent findings across regions highlight the substantial contamination risks associated with vegetable wash water in open market environments, emphasising the urgent need for improved sanitation practices (Quansah & Chen, 2021).

The antibiotic susceptibility patterns of the *Salmonella* isolates (Table 1) revealed high resistance to Ampicillin (92.86%) and Amoxicillin-Clavulanic acid (64.29%), indicating reduced effectiveness of these commonly used antibiotics. This finding is consistent with those of Iroha et al. (2020), who reported similar resistance levels in *Salmonella* isolates from food samples in Nigeria. Such high resistance rates are concerning, as these antibiotics are often first-line treatments for *Salmonella* infections (Hosseini et al., 2024). Moderate resistance was observed to Cotrimoxazole (21.43%) and Gentamicin (50%), suggesting these antibiotics retain partial effectiveness.

In contrast, the isolates exhibited 100% sensitivity to Ciprofloxacin and Ceftazidime and 85.71% sensitivity to Ceftriaxone. These findings are in agreement with Ashefo and Habibu (2024), who reported high sensitivity to Ciprofloxacin (95%) and Ceftriaxone (90%) in clinical *Klebsiella pneumonia* isolates. The continued effectiveness of these antibiotics is promising; however, careful management is required to prevent the emergence of resistance (Quansah & Chen, 2021).

Table 2 outlines the multidrug resistance (MDR) profiles observed among the *Salmonella* isolates. All resistance pheno-

types fell into the MDR category, with common patterns including resistance to Ampicillin, Streptomycin, and Gentamicin (AMP-STP-CN) and a more extensive pattern involving Ampicillin, Amoxicillin-Clavulanic acid, Streptomycin, and Gentamicin (AMP-AMT-STP-CN). Similar MDR profiles were reported by Ochei et al. (2017) in *Salmonella* isolates from food sources in Nigeria.

The diversity of MDR phenotypes, including combinations of beta-lactams and other antibiotic classes, aligns with findings from Abebe et al. (2022), who documented a wide range of MDR patterns in *Salmonella* spp. from environmental samples in Ethiopia. These resistance profiles underscore the complexity of managing *Salmonella* infections and the challenges presented by multidrug-resistant (MDR) strains in both clinical and environmental settings.

The high prevalence of *Salmonella* spp. and the diversity of resistance patterns observed in this study emphasise the importance of stringent hygiene practices and robust antibiotic stewardship. These measures are crucial for reducing contamination risks, ensuring effective treatment options, and mitigating the public health impact of *Salmonella* infections. Ongoing research and international collaboration remain critical in addressing the challenges posed by antibiotic resistance in *Salmonella* spp. globally.

**Table 1.** Antimicrobial Resistance and Sensitivity Profile of *Salmonella* spp. No. of Isolates =14

| Antibiotic | % Resistance | % Sensitivity |
|------------|--------------|---------------|
| AMP        | 92.86 (13)   | 7.14 (1)      |
| AMT        | 64.29 (9)    | 35.71(5)      |
| STP        | 42.86(6)     | 57.14(8)      |
| CIP        | 0(0)         | 100(14)       |
| SXT        | 21.43 (3)    | 71.43(11)     |
| CN         | 50.00 (7)    | 50.00(7)      |
| CAZ        | 0 (0)        | 100(14)       |
| CRO        | 14.29 (2)    | 85.71(12)     |
| CTX        | 7.14(2)      | 92.86(13)     |

**\*: Values in parentheses are the number of isolates**  
**Key:** Ampicillin (AMP: 10 µg), Amoxicillin-Clavulanic acid (AMT: 30 µg), Cefotaxime (CTX: 30 µg), Ceftazidime (CAZ: 30 µg), Ceftriaxone (CRO: 30 µg), Ciprofloxacin (CIP: 5 173 µg), Co-trimoxazole (SXT: 25 µg), Gentamicin (CN: 10 µg) and Streptomycin (STP: 10 µg)

**Table 2:** Classes of Antimicrobial Resistance in *Salmonella* spp.

| Antibiotic Resistance Phenotype (ARP) | Number (%) Isolates (n=14) | Classification |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------|
| AMP-STP-CN                            | 3 (21.43)                  | MDR            |
| AMT-CN-CAZ-CRO                        | 1 (7.14)                   | MDR            |
| AMP-STP-CN-CRO                        | 2 (14.29)                  | MDR            |
| AMP-AMT-SXT-CN                        | 3 (21.43)                  | MDR            |
| AMP-AMT-STP-CN                        | 3 (21.43)                  | MDR            |
| AMP-AMT-SXT-CRO-CTX                   | 1 (7.14)                   | MDR            |
| AMP-AMT-STP-CN-CAZ                    | 1 (7.14)                   | MDR            |

Key: MDR= multi-drug resistance (non-susceptible to  $\geq 1$  agent in  $\geq 3$  antimicrobial categories).

No. = Number, % = Percentage, AMP = Ampicillin (Beta-lactams),

AMT = AmoxicillinClavulanic acid (Beta-lactams), CTX = Cefotaxime (Beta-lactams),

CAZ = Ceftazidime (Betalactams), CRO = Ceftriaxone (Beta-lactams), FOX = Cefoxitin (Beta181 lactams),

CIP = Ciprofloxacin (Fluoroquinolones), SXT = Co-trimoxazole (Folate pathway inhibitors),

CN = Gentamicin (Aminoglycosides), STP = Streptomycin (Aminoglycosides)

## Conclusion

This study highlights a significant prevalence of *Salmonella* spp. (46.47%) in vegetable wash water from the Tomato market in Lafia, Nasarawa State, underscores the contamination risks in market environments. The high resistance rates to commonly used antibiotics such as Ampicillin (92.86%) and Amoxicillin-Clavulanic acid (64.29%) reveal alarming challenges in managing *Salmonella* infections and suggest the need for alternative treatment options. However, the retained sensitivity to Ciprofloxacin, Ceftazidime (100%), and Ceftriaxone (85.71%) offers a glimmer of hope for effective treatment. The identification of multidrug-resistant (MDR) phenotypes further complicates treatment strategies, reflecting the growing burden of antimicrobial resistance (AMR). These findings underscore the need for urgent interventions, including improved sanitation practices in food markets, enhanced public health monitoring, and robust antimicrobial stewardship, to mitigate the spread of MDR *Salmonella*. To address these challenges effectively, ongoing research and international collaboration are essential. Surveillance efforts such as monitoring antibiotic resistance profiles and enforcing food safety standards are critical to protecting public health and reducing the risks associated with *Salmonella*-contaminated fresh produce.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of interest:** The author(s) declare that they have no actual, potential, or perceived conflicts of interest related to this article.

**Ethics committee approval:** The authors declare that this study does not involve experiments with human or animal subjects, and therefore, ethics committee approval is not required.

**Data availability:** Data will be made available at the request of the author(s).

**Funding:** -

**Acknowledgements:** -

**Disclosure:** -

## References

- Abebe, N., Amsalu, A., Fikru, R. (2022). Multi-drug resistant *Salmonella* spp. from environmental samples in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 32(1), 45-52.
- Allende, A., Selma, M.V., López-Gálvez, F., Villaescusa, R., Gil, M.I. (2017). Impact of wash water quality on sensory and microbial quality, including *Escherichia coli* cross-contamination, of fresh-cut escarole. *Journal of Food Protection*, 71(12), 2514-2518.  
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.12.2514>
- APHA (American Public Health Association) (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: American Public Health Association. ISBN: 978-0875532875
- Ashefo D.P., & Habibu T. (2024). Incidence and antibiotic resistance profile of *Klebsiella pneumoniae* isolated from urine of patients attending primary health care centers in Lafia Metropolis and its environs, Nasarawa State, Nigeria. *Journal of Health Systems Research*, 3(3).
- Atlas, R.M. (2013). *Handbook of Microbiological Media* (4th ed.). CRC Press. ISBN: 978-1439804063
- Bennett, S.D., Littrell, K.W., Hill, T.A., Mahovic, M., Behravesh, C.B. (2015). Multistate foodborne disease outbreaks associated with raw tomatoes, United States, 1990–2010: A recurring public health problem. *Epidemiology and Infection*, 143(7), 1352-1359.  
<https://doi.org/10.1017/S0950268814002167>
- Burjaq, S.Z., & Abu-Romman, S.M. (2020). Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* spp. From Irrigation Water in Two Major Sources in Jordan. *Current microbiology*, 77(11), 3760–3766.  
<https://doi.org/10.1007/s00284-020-02178-x>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2021). *Salmonella outbreaks linked to produce*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/salmonella/outbreaks.html> (accessed 20/02/2025)
- Choudhury, D., Dutta, C., Chatterjee, S. (2019). Microbial contamination of raw vegetables and fruits in Kolkata, India: A study on prevalence and associated risk factors. *International Journal of Food Microbiology*, 295, 21-28.
- Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI] (2017). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Approved Guideline* (26th ed.). Wayne, PA: CLSI.
- Eze, E.A., Ibekwe, A.C., Orji, M.U. (2019). Antibiotic susceptibility and resistance patterns of *Salmonella* isolates from food and clinical samples in Nigeria. *African Journal of Microbiology Research*, 13(5), 78-87.
- Fletcher, S. (2015). Understanding the contribution of environmental factors in the spread of antimicrobial resistance. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 20(4), 243-252.  
<https://doi.org/10.1007/s12199-015-0468-0>
- Government of British Columbia (2012). *Food safety: Good agricultural practices (GAPs) - Vegetable production guide*. Retrieved from <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/agriculture-sea-food/agriservice-bc/production-guides/vegetables> (accessed 20/02/2025)
- Hendriksen, R.S., Munk, P., Njage, P., van Bunnik, B., McNally, L., Lukjancenko, O., ... and Aarestrup, F.M. (2019). Global monitoring of antimicrobial resistance based on metagenomics analyses of urban sewage. *Nature Communications*, 10(1), 1124.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-019-08853-3>
- Heredia, N., & García, S. (2018). Animals as sources of food-borne pathogens: A review. *Animal Nutrition*, 4(3), 250-255.  
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.006>
- Hosseini, S.M., Khoshbakht, R., Kaboosi, H., Peyravii Ghadikolaii, F. (2024). Antibiotic resistance patterns, characteristics of virulence and resistance genes and genotypic analysis of *Salmonella* serotypes recovered from different sources. *Veterinary Research Forum: An International Quarterly Journal*, 15(9), 499–508.

- Iroha, I.R., Eze, E.I., Ugwu, S.O. (2020). Antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* isolates from food samples in Nigeria. *International Journal of Food Microbiology*, 315, 108115.
- Jongman, M., Chidamba, L., Korsten, L. (2017). Bacterial biomes and potential human pathogens in irrigation water and leafy greens from different production systems described using pyrosequencing. *Journal of Applied Microbiology*, 123(4), 1043-1053.  
<https://doi.org/10.1111/jam.13558>
- Luna-Guevara, J.J., Arenas-Hernandez, M.M.P., Martínez de la Peña, C., Silva, J.L., LunaGuevara, M.L. (2019). The role of pathogenic *E. coli* in fresh vegetables: Behavior, contamination factors, and preventive measures. *International journal of microbiology*, 2019, 2894328.  
<https://doi.org/10.1155/2019/2894328>
- Magiorakos, A.P., Srinivasan, A., Carey, R.B., Carmeli, Y., Falagas, M.E., Giske, C.G., et al. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: An international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Mikrobiology and Infection*, 18(3), 268-281.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>
- Nkang, A., Nkang, Y., Koffi, N. (2018). Prevalence of *Salmonella* spp. in vegetable wash water from markets in Ghana. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 16(1), 55-62.
- Nwinyi, C., & Nduchukwuka, D., (2016). Antibigram of bacteria species isolated from vegetables in Ado-Odo Ota, Nigeria. *Journal Biological Sciences.*, 16, 188-196.  
<https://doi.org/10.3923/jbs.2016.188.196>
- Ochei, U.K., Akpama, I.N., Edema, M.O. (2017). Multi-drug resistance in *Salmonella* isolates from food sources in Nigeria. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20(4), 451-459.
- Okonko, I.O., Abiodun, P.O., Ogunjobi, A.A. (2019). Detection and characterization of *Salmonella* spp. in street market wash water in Nigeria. *African Journal of Microbiology Research*, 13(7), 223-230.
- Olovo, C.V., Reward, E.E., Obi, S.N. and Ike, A.C. (2019). Isolation, Identification and Antibigram of *Salmonella* from Cloacal Swabs of Free-Range Poultry in Nsukka, Nigeria. *Journal of Advances in Microbiology*, 17(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.9734/jamb/2019/v17i130133>
- Oranusi, S., Braimoh, R.A., Wogu, M.D. (2018). Prevalence of *Salmonella* in fresh vegetables and irrigation water used for farming in Nigeria. *Food Control*, 89, 17-23.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.02.023>
- Popa, G.L., & Papa, M.I. (2021). *Salmonella* spp. infection - a continuous threat worldwide. *Germs*, 11(1), 88-96.  
<https://doi.org/10.18683/germs.2021.1244>
- Quansah, J.K., & Chen, J. (2021). Antibiotic Resistance Profile of *Salmonella enterica* Isolated from Exotic and Indigenous Leafy Green Vegetables in Accra, Ghana. *Journal of Food Protection*, 84(6), 1040–1046.  
<https://doi.org/10.4315/JFP-20-442>
- Tafesse, M., Feleke, A., & Ashenafi, D. (2020). Occurrence of multidrug-resistant *Salmonella* in irrigation water and fresh vegetables in Ethiopia. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1320.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01320>
- Tian, Y., Li, Y., Zhang, W., & Jiang, X. (2020). Emerging extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Salmonella* strains in food: A serious threat to public health. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 22, 278-287.  
<https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.02.017>
- Verawaty, M., Apriani, N., Tarigan, L.R., Aprian, E.T., Laurenta, W.C., Muharni (2020). Antibiotic-resistant *Escherichia coli* isolated from aquatic ecosystems in Palembang, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(1), 86-97.
- Vital, P.G., Gutierrez, R.A., Pasay, C.J. (2018). Detection of multidrug-resistant *Salmonella* in fresh vegetables and irrigation water in the Philippines. *International Journal of Food Microbiology*, 276, 41-48.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.03.007>

## Determination of chemical, textural and sensorial properties of civil cheese consumed in Erzurum-Horasan region

Duygu ÇAVUŞOĞLU<sup>1</sup>, Enver Barış BİNGÖL<sup>2</sup>

### Cite this article as:

Çavuşoğlu, D., Bingöl, E.B. (2025). Determination of chemical, textural and sensorial properties of civil cheese consumed in Erzurum-Horasan region. Food and Health, 11(3), 247-257. <https://doi.org/10.3153/FH25021>

<sup>1</sup> Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, Gebze District Directorate of Agriculture and Forestry, 41400 Gebze, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

D.Ç. 0000-0001-8778-4538

E.B.B. 0000-0002-6452-4706

Submitted: 12.12.2024

Revision requested: 05.04.2025

Last revision received: 10.04.2025

Accepted: 10.04.2025

Published online: 19.06.2025

### Correspondence:

Enver Barış BİNGÖL

E-mail: [bingolb@iuc.edu.tr](mailto:bingolb@iuc.edu.tr)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.sscientificwebjournals.com>

### ABSTRACT

Civil cheese is one of the traditional cheese types widely produced and consumed in the Horasan district of Erzurum. This study aimed to investigate some chemical, textural and sensorial properties of civil Cheese sold in Erzurum-Horasan. In this context, a total of 120 civil cheeses sold in the Erzurum-Horasan region were collected in summer and winter. The samples were analysed in terms of pH, acidity, water activity, protein, fat, salt, ash, dry matter and moisture content, and evaluated in terms of sensory characteristics, instrumental colour and textural profiles. Consequently, although the chemical properties of the traditionally or industrially produced civil cheeses were almost similar, they differed in terms of their structural qualities. Production method and seasonality are the main determinants of chemical and textural characteristics of civil cheeses. Moreover, industrially produced civil cheeses were more palatable than traditionally produced cheeses, and in addition, it was concluded that cheese consumed mainly during the summer months was more valuable than that consumed during the winter months.

**Keywords:** Civil cheese, Chemical properties, Sensorial quality, Textural attributes

## Introduction

Cheese is a fermented dairy product formed by the coagulation of casein, a milk protein, which varies significantly in flavour and structure (Kamber, 2006). It is an essential part of a balanced and well-rounded diet, and it is consumed worldwide in various forms. Nowadays, cheese is preferred not only to satisfy hunger, but also to fulfil the body's need for essential nutrients (Hayaloğlu & Özer, 2011).

Cheeses are generally classified according to criteria such as ripening time, milk origin, texture, fat content, production method, and country or regional origin (Fox et al., 2000; Güzeler & Koboyeva, 2020). Technological developments and the diversity of local production have led to the production of many cheeses with different flavours and textures. The most common and traditional classification is based on moisture content, fat content, ripening and curing method. According to the International Dairy Federation, about 500 different types of cheese are produced worldwide (Fox et al., 2000).

The cheese profile in Türkiye varies regionally, and each region has its distinctive cheeses. Civil, çeçil, halloumi and tongue cheeses, whose curds are obtained at high temperatures, mouldy cheeses matured with moulds, and herb cheeses obtained by using local herbs of Anatolia can be mentioned as examples (Şengül et al., 2009; Elmalı & Uylaşer, 2012; Saygılı et al., 2020).

Erzurum civil cheese is one of the local cheeses produced in many provinces such as Kars, Muş, Van, Ağrı and especially Erzurum, which received a geographical indication in 2009 (TPE, 2009; Hayaloğlu & Özer, 2011). Although it contains a high amount of protein, calcium and phosphorus, it has a low-fat content and is characterised by a fibrous appearance and unique texture because of kneading during manufacture (Cakmakci et al., 2012; Baran & Topçu, 2018). In addition to industrial production by dairy plants or small dairy farms, nowadays, civil cheese is still mainly produced according to traditional methods in the Erzurum region, which leads to the emergence of cheeses that differ from each other in appearance and flavour (Cakmakci et al., 2012; Arslaner & Salık, 2017).

In the traditional production of civil cheese, mostly skimmed raw milk is kept until the acidity reaches the desired level. In small family enterprises, the desired level of acidity can be determined by the colour and odour of the milk or by a trial-and-error method by heating it in a small spoon. Moreover, the acidity can be increased by adding whey to the milk whose acidity has not reached the desired level. Then, this

milk is taken into a boiler and heated to 25-30°C by adding rennet at a rate of 4 ml per 100 kg of milk (Çetinkaya, 2005; Hayaloğlu & Özer, 2011). While the milk in the boiler is being heated, it is also stirred with the help of a ladle. When the temperature reaches 55-60°C, coagulation begins, and the heating process is terminated. In the meantime, the formed clots are collected with the help of a ladle, and sometimes acidified whey is also added during the collection process. When the cheese has formed a pellet, it is kneaded well in the hot whey, and the spinning process is completed (Çetinkaya, 2005; Hayaloğlu & Özer, 2011; Cakmakci et al., 2012). The cheese pellet is then kept in suspension, and after the complete spinning, it is lightly salted and pressed into plastic drums with curd or packaged in brine and offered for consumption (Çetinkaya, 2005). Finally, civil cheese produced from skimmed milk gains a slightly sour taste, a soft texture (60% moisture), a stringy appearance, a salty flavour, and a white to light yellow colour, and is also known as string or yarn cheese (Tekinşen et al., 1996; Elmalı & Uylaşer, 2012).

The traditional production of civil cheese varies according to the recipes used by small-scale producers, as well as the differences in manufacturing protocols and general chemical composition between domestic and industrial producers in Erzurum province and its surroundings. Thus, traditionally produced cheeses are preferred to those produced industrially in terms of appearance, consistency, flavour, and aroma (Cakmakci et al., 2012).

This study aimed to determine the chemical, textural, and sensorial properties of civil cheese, one of the traditional Turkish cheeses produced and consumed in the Horasan district of Erzurum province, and to reveal the differences between traditionally produced and industrially produced civil cheeses.

## Materials and Methods

### Civil Cheese Collection

Cheeses were obtained from grocery stores and small-scale producers located in the Erzurum-Horasan region, according to the procedures specified by the International Dairy Federation (IDF, 1980). A total of 120 civil cheese samples (80 pieces of small-scale producer-manufactured cheese and 40 pieces of industrial-manufactured cheese) were collected in summer and winter seasons over one year and transported to the laboratory within 24-48 hours under cold chain in sterile glass jars in appropriate storage conditions. Then, the cheese

samples were categorised and numbered according to the production conditions and production times, as traditional (sold in open packages) or industrial (sold in original packages).

### ***Physicochemical Evaluation***

The pH of the cheese samples was measured using a pH meter (Hanna HI-9321, Woonsocket, RI), and an  $a_w$  meter (Decagon AquaLab LITE, USA) was used to define the water activity of the cheese samples. A homogeneous mixture was dried at  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  to a constant weight to determine the moisture content of the civil cheeses. The acidity of cheese samples was measured using a titrimetric method. The protein, fat, ash, and salt contents of civil cheeses were determined and calculated using the Kjeldahl, Gerber, Gravimetric, and Mohr methods, respectively, according to AOAC procedures (AOAC, 2005).

### ***Instrumental Colour Analysis***

The visual colour of civil cheeses was determined using Color Flex HunterLab instrument (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA), in which the colour coordinates for lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) were assessed on the average of both side areas of four different cheese samples under diffuse illumination (D65  $2^\circ$  observer) with an aperture of 8 mm and a port size of 25 mm, excluding the specular component (AMSA, 2012).

### ***Texture Profile Analysis***

Texture profile analysis (TPA) of civil cheese samples was carried out using a texture analyser (Instron Universal Testing Machine, UK) equipped with a compression probe. A cross-head speed of 80 and 200 mm/min for the first and 2<sup>nd</sup> tests, and a load cell of 0 - 500 N was used for the samples. Eight different measurements from the samples were taken to calculate the arithmetic means. Hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and adhesiveness attributes were used to evaluate the texture profile of the samples (Bourne, 1978).

### ***Sensory Evaluation***

The sensory evaluation of civil cheese samples was performed with twelve trained panellists (7 men and 5 women), aged between 25 to 48 years (ISO 8586, 2012). Before the sensorial assessment of cheese samples, a preliminary session (1.5 h) was organised to define the sensory attributes in a round-table discussion using a standardised procedure (ISO 13299, 2016) in a separate session.

The panellists evaluated four main sensory attributes (colour, odour, texture and flavour) in terms of colour hue and intensity, odour intensity and bitter, sweet, fatty, acidic and spicy

odours, hardness, elasticity, roughness, adhesiveness, tenderness, chewiness, fattiness, juiciness, flavour intensity and quality, Salty, sweet, bitter, acidic and spicy tastes using a 9-cm unstructured linear scale, in which 1 referred to “slight” and 9 referred to “extremely strong”.

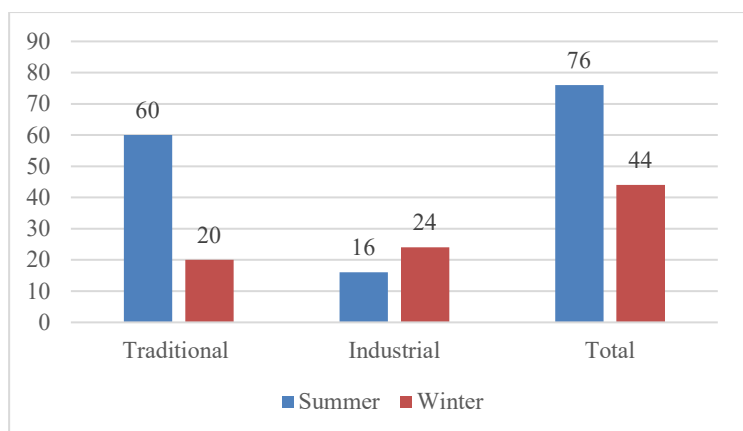
The panellists were seated in individual booths in a temperature and light-controlled room. Each sample was served randomly on a separate plate encoded with a three-digit number. The sensory panel was conducted over twelve independent days, depending on the sample collection.

### ***Statistical Evaluation***

The general linear model procedure in SPSS 13.0 was used to analyse the data for each parameter. The effects of production method and collection time were determined using one-way analysis of variance (ANOVA), and the significance of differences was verified by Duncan's test at  $p < 0.05$ . A Friedman test followed by a Least Significant Difference test was applied to the sensory data, and all results were expressed as means and standard errors (SE).

## **Results and Discussion**

The distribution of traditionally or industrially produced civil cheeses, according to production and collection seasons, is shown in Figure 1. Although the chemical properties of the traditionally or industrially produced civil cheeses were similar to a certain extent, they were found to differ in their structural characteristics. In particular, the fat and dry matter content of the traditionally produced civil cheeses was lower than that of the industrially produced cheeses; statistical differences were also recorded between the groups in terms of these parameters ( $p < 0.05$ ). While the traditionally produced cheeses had higher values than the industrially produced samples in terms of protein, salt, and moisture content, no statistically significant difference was observed between the groups ( $p > 0.05$ ).



**Figure 1.** Distribution of traditionally and industrially produced civil cheeses (n=120)

The physicochemical properties of civil cheeses produced by traditional and industrial methods are given in Tables 1 and 2. The acidity, pH and  $a_w$  values of civil cheeses produced by traditional methods were higher than those produced by industrial methods; however, statistical significance was recorded only between acidity values, which were much higher ( $p < 0.05$ ). It was also observed that the fat and dry matter ratios of civil cheeses produced by traditional methods were significantly lower than those produced industrially ( $p < 0.05$ ). However, although the amounts of protein, salt and moisture were higher in traditional production than in industrially produced civil cheese, no statistical difference was found between the groups ( $p > 0.05$ ).

The chemical composition of Erzurum civil cheese was reported to vary between pH 4.53-6.32, titration acidity (as lactic acid) 0.73-2.39%, dry matter 35.19-40.35%, protein 22.49-32.40%, fat 0.25-2.30%, ash 7.83%, salt 4.68-6.14% and ripening degree 6.86-9.11% (Cakmakci & Salik, 2021). Yetişmeyen (2005) reported the titration acidity and pH values as  $2.39 \pm 0.11$  and  $4.53 \pm 0.05$ , while in the present study, the titration acidity and pH values of industrially produced civil cheeses were found as  $0.67 \pm 0.17$  and  $4.62 \pm 0.05$  in summer and  $0.52 \pm 0.06$  and  $4.67 \pm 0.05$  in winter, respectively. Moreover, the titration acidity and pH values of traditionally produced civil cheeses in this study were recorded as  $0.92 \pm 0.06$  and  $4.74 \pm 0.05$  in summer and  $0.92 \pm 0.08$  and  $4.91 \pm 0.10$  in winter, respectively. Similar results were also reported in other studies stating that the titratable acidity and pH values of civil cheese collected in Ankara were 0.93% and 4.69 (Polat et al., 2001), and the pH value in civil cheeses collected from Erzurum was 4.53 (Yıldız et al., 2010). However, Yetişmeyen et al. (2001), Özdemir et al. (2003), Ayar et al. (2006), Dikbaş et al. (2006), Cambaztepe et al.

(2009), and Şengül et al. (2009) reported higher pH values of civil cheeses than the present study, ranging from 5.02 to 5.90. Şengül and Gürses (2006) stated that the acidity values of civil cheeses collected from Erzurum were in a range of 0.63-2.16%, while it was 4.68% in samples sold in Ankara (Yetişmeyen et al., 2001). Parallel to the current study, Arslaner and Salik (2020) and Yangılar and Kızılkaya (2015) also reported the acidity of civil cheeses as 0.21-1.25% in Bayburt and 0.55% in Ardahan, respectively.

The average water activity of civil cheeses sold in Erzurum city centre was found to be  $0.96 \pm 0.01$ . It was noted that the water activity values of the samples were higher than those of the other cheeses because they were both fresh (unripened) and unsalted cheeses (Yetişmeyen, 2005). In this study, the  $a_w$  values of the industrially produced civil cheeses were  $0.924 \pm 0.01$  in summer months and  $0.930 \pm 0.01$  in winter months, while the  $a_w$  values of traditionally produced ones were  $0.929 \pm 0.01$  in summer months and  $0.926 \pm 0.01$  in winter months. Similar to these findings, Tekinşen et al. (1996) stated that the water activity values in civil cheese samples collected from Erzurum and neighbouring cities were 0.92.

Civil cheeses are the most consumed cheeses among people living in the Erzurum-Horasan region. The differences in production techniques and hygienic qualities affect the textural and structural properties, as well as the shelf life, of the products. Even though the chemical properties of traditionally or industrially produced civil cheeses are similar in certain aspects, they differ considerably from each other in terms of their structural properties. In particular, traditional or industrial production as well as seasonal changes were found to be important among the samples ( $p < 0.05$ ).

In other studies, it was reported that the storage time and the characteristics of the raw milk used in production had important effects on the chemical properties of civil cheeses. Atasever (1995) determined that the highest and lowest values obtained from the civil cheeses during the storage period were 28.52-19.67% protein, 53.19%-42.19% moisture, 27.67%-17.00% fat, 5.09%-1.52% salt and 5.78%-2.40% ash, respectively. Besides, Tekinşen et al. (1996) stated the moisture, fat, protein, salt and ash content values in civil cheeses collected from Erzurum was 59.42%, 2.24%, 31.97%, 4.468%, 5.253%, while it was 56.64%, 2.78%, 16.46%, 9.15%, 9.40% in Muş (Bakırcı & Andiç, 1998) and 55.94%, 3.78%, 32.95%, 5.347%, 1.09% in Ankara (Polat et al., 2001), respectively. It was found that the civil cheeses offered for sale were generally low in fat, of substandard quality, high in protein and salt, soft and less matured compared to other cheese types. Although the fat content of civil cheeses in the current study was significantly affected by the

production method of the civil cheeses, ranging from 4.36 in traditionally produced cheeses to 21.73 in industrially produced cheeses, the protein, salt and ash content values remained constant between production methods. Arslaner and Salık (2020) reported that the dry matter, fat, protein, ash, and salt contents of civil cheeses obtained in Bayburt varied from 41.92 to 57.85%, 0.5 to 26.0%, 20.9 to 35.54%, 3.48 to 16.0% and 1.51 to 15.43%, respectively. Besides that, Gülmez and Güven (2001) and Yetişmeyen et al. (2001) stated that the fat content of civil cheese collected from Kars and Ankara was lower, in agreement with the present study. The protein content of civil cheeses collected in this study were also found to be lower (26.26%) than the other studies conducted in Kars (28.3%), in Ankara (32.40%) and in Konya (34.40%), respectively (Kamber, 2005; Yetişmeyen, 2005; Ayar et al., 2006), while it was same as other research performed by Özdemir et al. (2003) and Dikbaş et al. (2006) in Erzurum (26.33-26.40%). Addition to these findings, Şengül and Gürses (2006) declared that the dry matter, fat, fat in dry matter, salt and salt in dry matter values of civil cheeses collected in Erzurum were varied to 31.33-40.12%, 1-7%, 2.49-18.98%, 0.11-0.34% and 0.27-1.04%, respectively, whereas, Cambaztepe et al. (2009) emphasised that the values were 29.11-41.63%, 0.16-0.45%, 0.51-1.09%, 3.27-6.25% and 5.53-9.64%, respectively. Furthermore, Yıldız et al. (2010) determined the average values of dry matter, fat, fat in dry matter and salt content of civil cheeses collected in Erzurum were 35.19%, 2.30%, 6.50% and 35.19%, respectively. Moreover,

Demir (2006) observed that in the civil cheeses produced using raw cow's milk, the effects of ripening period on dry matter, salt, salt in dry matter, pH and lipolysis values were statistically significant ( $p<0.01$ ). In contrast, no significant effect was detected for fat, fat in dry matter, acidity, protein, water soluble protein, ripening index and ash values. This statement was somewhat in agreement with the findings of the present study, where a significant difference was recorded for acidity value, fat, dry matter and moisture content of the civil cheeses ( $p<0.001$ ). No significant difference was found between the protein, ash, salt, pH, and  $a_w$  values of the samples according to the different production and collection times.

The instrumental colour values of traditionally or industrially produced civil cheeses differed from each other, and the seasonal effect was found to be not significant in this variation (Tables 3 and 4). Regardless of the production method and season, the lightness values of the cheeses were found to be almost equal to each other. However, differences were recorded in the redness and yellowness values depending on the production method. Neither traditional nor industrial production showed seasonal differences in redness values. However, only the civil cheeses produced by traditional methods were lighter in colour than the other samples collected in summer ( $p<0.05$ ). It was reported that Erzurum civil cheese, manufactured using local methods, has a white colour due to its low fat content (Özbay & Tüysüz, 2024).

**Table 1.** Physicochemical characteristics of civil cheeses (n=120)

| Production method  | n   | Protein (%) | Fat (%) | Dry matter (%) | Moisture (%) | Ash (%) | Salt (%) | Acidity (LA%) | pH   | $a_w$ |
|--------------------|-----|-------------|---------|----------------|--------------|---------|----------|---------------|------|-------|
| <b>Traditional</b> | 80  | 27.11       | 4.36    | 47.26          | 52.74        | 4.93    | 3.76     | 0.923         | 4.78 | 0.929 |
| <b>Industrial</b>  | 40  | 24.56       | 21.73   | 55.33          | 44.67        | 5.09    | 3.57     | 0.580         | 4.65 | 0.928 |
| <b>TOTAL</b>       | 120 | 26.26       | 10.15   | 49.95          | 50.05        | 4.98    | 3.70     | 0.808         | 4.74 | 0.928 |

**Table 2.** Means and standard errors (SE) of physicochemical properties of civil cheeses according to production method and collection time (n=120)

| Civil cheese         | n   | Protein (%) | Fat (%)                  | Dry matter (%)           | Moisture (%)             | Ash (%)   | Salt (%)  | Acidity (LA%)           | pH        | a <sub>w</sub> |
|----------------------|-----|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|----------------|
| Traditional (Summer) | 60  | 27.81±0.75  | 4.49 <sup>b</sup> ±0.37  | 47.48 <sup>b</sup> ±0.77 | 52.50 <sup>a</sup> ±0.77 | 4.96±0.44 | 3.81±0.37 | 0.92 <sup>a</sup> ±0.06 | 4.74±0.05 | 0.929±0.01     |
| Traditional (Winter) | 20  | 25.00±0.56  | 3.99 <sup>b</sup> ±0.62  | 46.59 <sup>b</sup> ±1.47 | 53.41 <sup>a</sup> ±1.47 | 4.81±0.80 | 3.64±0.69 | 0.92 <sup>a</sup> ±0.08 | 4.91±0.10 | 0.926±0.01     |
| Industrial (Summer)  | 16  | 25.68±1.25  | 21.51 <sup>a</sup> ±0.86 | 54.38 <sup>a</sup> ±1.43 | 45.62 <sup>b</sup> ±1.42 | 6.23±1.06 | 4.83±0.92 | 0.67 <sup>b</sup> ±0.17 | 4.62±0.05 | 0.924±0.01     |
| Industrial (Winter)  | 24  | 23.81±0.86  | 21.87 <sup>a</sup> ±0.72 | 55.97 <sup>a</sup> ±1.81 | 44.03 <sup>b</sup> ±1.81 | 4.35±0.34 | 2.73±0.36 | 0.52 <sup>b</sup> ±0.06 | 4.67±0.05 | 0.930±0.01     |
| <i>p</i>             | 120 | 0.059       | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.649     | 0.363     | 0.010                   | 0.177     | 0.424          |

a-b: Means within a column with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).**Table 3.** The instrumental colour (CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) values and texture profile analysis (TPA) of civil cheeses (n=120)

| Production method | n   | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ | Hardness | Cohesiveness | Gumminess | Chewiness | Adhesiveness |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|----------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Traditional       | 80  | 75.65 | -0.79 | 12.69 | 2.478    | 0.354        | 0.801     | -2.878    | 0.310        |
| Industrial        | 40  | 74.99 | -1.20 | 13.83 | 3.292    | 0.429        | 1.496     | -3.863    | 0.471        |
| TOTAL             | 120 | 75.43 | -0.92 | 13.07 | 2.749    | 0.379        | 1.032     | -3.206    | 0.363        |

**Table 4.** Means and standard errors (SE) of instrumental colour values (CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and texture profile analysis (TPA) of civil cheeses according to production method and collection time (n=120)

| Civil cheese         | n   | $L^*$      | $a^*$                    | $b^*$                    | Hardness                | Cohesiveness             | Gumminess               | Chewiness                | Adhesiveness            |
|----------------------|-----|------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Traditional (Summer) | 60  | 75.55±0.37 | -0.78 <sup>a</sup> ±0.06 | 12.39 <sup>b</sup> ±0.22 | 1.99 <sup>b</sup> ±0.11 | 0.37 <sup>ab</sup> ±0.03 | 0.68 <sup>c</sup> ±0.05 | -2.25 <sup>a</sup> ±0.18 | 0.23 <sup>b</sup> ±0.03 |
| Traditional (Winter) | 20  | 75.94±0.96 | -0.80 <sup>a</sup> ±0.03 | 13.58 <sup>a</sup> ±0.46 | 3.95 <sup>a</sup> ±0.20 | 0.29 <sup>b</sup> ±0.02  | 1.18 <sup>b</sup> ±0.11 | -4.76 <sup>b</sup> ±0.47 | 0.56 <sup>a</sup> ±0.10 |
| Industrial (Summer)  | 16  | 73.55±1.06 | -1.16 <sup>b</sup> ±0.11 | 13.72 <sup>a</sup> ±0.85 | 1.74 <sup>b</sup> ±0.08 | 0.33 <sup>b</sup> ±0.08  | 0.57 <sup>c</sup> ±0.15 | -2.13 <sup>a</sup> ±0.66 | 0.74 <sup>a</sup> ±0.19 |
| Industrial (Winter)  | 24  | 75.94±0.78 | -1.22 <sup>b</sup> ±0.08 | 13.90 <sup>a</sup> ±0.63 | 4.33 <sup>a</sup> ±0.41 | 0.50 <sup>a</sup> ±0.05  | 2.11 <sup>a</sup> ±0.31 | -5.02 <sup>b</sup> ±0.60 | 0.29 <sup>b</sup> ±0.13 |
| <i>p</i>             | 120 | 0.329      | 0.000                    | 0.012                    | 0.000                   | 0.050                    | 0.000                   | 0.000                    | 0.000                   |

a-b: Means within a column with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ).

The texture profile analysis (TPA) of civil cheeses produced traditionally or industrially differed from each other, and the effect of season was found to be significant ( $p<0.05$ ). The hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and adhesiveness properties of the civil cheese samples are summarised in Tables 3 and 4. The hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and adhesiveness characteristics of traditionally produced civil cheeses differed from those of industrially produced ones. They were found to be softer, easier to chew, less sticky, and less chewy. On the other hand, the high dry matter content in the industrially produced samples made the civil cheeses harder, more cohesive and more resistant to chewing. Additionally, the high fat content also made the product chewier and stickier.

The seasonal variation of the civil cheese samples caused the cheeses collected in summer to be softer, chewier and more elastic, regardless of whether they were traditional or industrial. This is directly proportional to the higher acidity and relatively lower fat content of the cheeses collected in this season.

The sensory evaluation of civil cheeses produced traditionally or industrially also differed from each other, and the effect of season on the values obtained in terms of colour, odour, texture and flavour characteristics was found to be significant ( $p<0.05$ ; Table 5 and Figure 2).

Demir (2006) observed that the sensory evaluation scores of the civil cheeses produced using raw cow's milk were preferred by the panellists mostly on the 60th day of the ripening period. Tekinşen et al. (1996) scored the average sensory evaluation of civil cheeses as 74.27/100 points and concluded that civil cheese was a fat-free and soft cheese type. In another study, Polat et al. (2001) stated that civil cheeses offered for sale in Ankara were low in fat, high in protein and salt, soft and less matured compared to other cheese types, and had not of uniform standard quality. Yetişmeyen et al. (2001) emphasised that civil cheeses offered for sale in Ankara received 14.95 out of 20 points in terms of sensory properties and added that the collected cheese samples were not of a constant or standard quality, were low in terms of fat content, were high in terms of protein and salt content and inadequately ripened. On the other hand, Özdemir et al. (2003) determined that Çarzof civil cheese type was different from Erzurum civil cheese type in terms of aroma, structure and taste since milk with high fat content was selected for the manufacturing of Çarzof civil cheese, and that it was similar to Erzurum civil and Saç (Tel) cheese in terms of production method. Moreover, Yazici and Dervisoglu (2003) emphasised that civil cheeses produced under the pH value of 5.35 and 5.30 and

stored with 9% brine salt obtained more appreciable results in the panellists' evaluations at the end of the 60th day of the ripening process. Salting, which can be done by different methods (such as brine and dry salting) to increase durability, to direct acidity and ripening, to improve flavour and texture of cheese significantly affects the dry matter and ash content of cheese (Guinee & Fox, 2017) that results a product with different palatability and structural quality. Harmankaya and Harmankaya (2020) determined that the average salt, fat and moisture contents of çeçil cheese sold in Kars were 2.48%, 18.48% and 45.51% and out of the 60% and 40% çeçil cheese samples did not meet the Turkish standards in terms of salt and moisture contents, respectively. Since civil cheese is kept in brine in large masses, it retains less salt due to its small surface area in contact with salt. For this reason, it is less salty compared to Saç and Tel cheeses (Güzeler & Koboyeva, 2020).

As a result of the sensory evaluation of civil cheeses in the present study, colour hue and colour intensity values were found to be higher in industrially produced cheeses ( $p<0.05$ ). This indicates that on a colour scale ranging from white to yellow, industrially produced packaged products have a darker colour, while traditional products sold unpackaged have a creamier colour. Similarly, the appreciation rate for flavour quality was in line with the appreciation for appearance quality; industrially produced civil cheeses were rated higher than those produced traditionally. Mainly, the packaged products produced and sold in summer were found to be more palatable than those sold in winter. In terms of flavour intensity, industrially produced cheeses in summer were rated higher than traditionally produced cheeses, while traditionally produced cheeses in winter were rated higher than industrial ones ( $p<0.05$ ).

The sensory attributes of the cheese samples differed from each other in terms of texture profile, and the effects of production type and season were found to be distinctive by the panellists ( $p<0.05$ ). The structure and consistency characteristics of the samples led to a differentiation in the perceived textural quality of the products as a function of their fat and dry matter content. In particular, the hardness of industrially produced civil cheeses with higher fat and dry matter content was rated higher than that of those produced traditionally. On the other hand, the chewiness attribute was rated lower in traditionally produced civil cheeses than in industrially produced ones, due to the lower force required to bite the products. This evaluation is based on the fact that traditionally produced civil cheeses are more easily separated, have a stringy structure, and do not have a homogeneous structure,

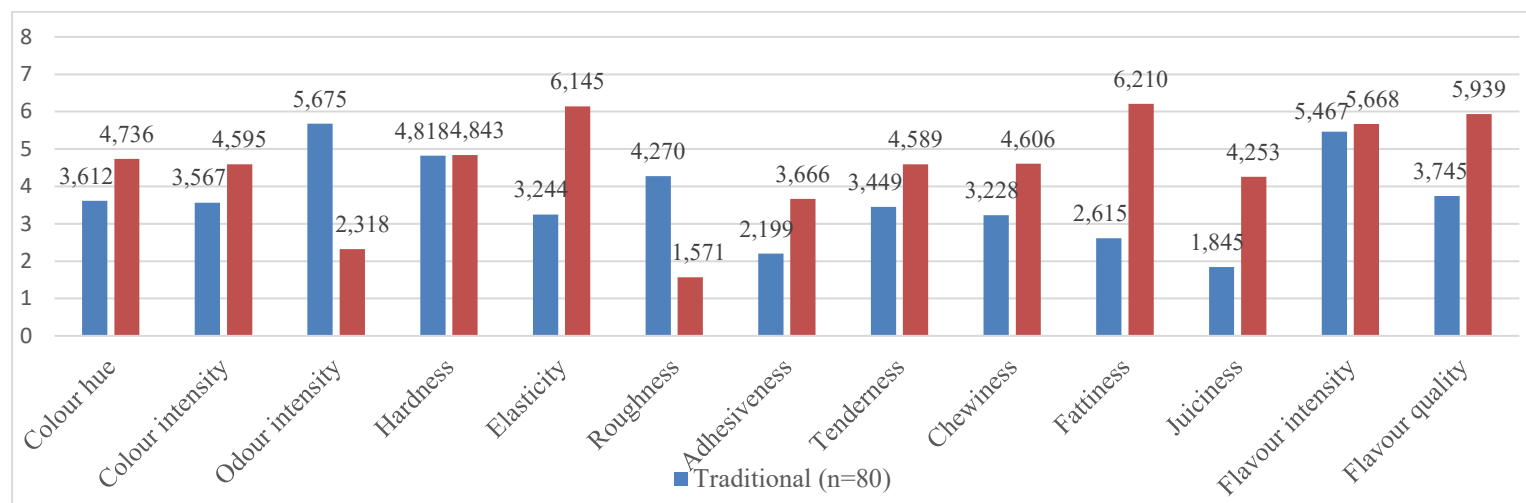
unlike industrially produced products. It has also been observed that industrially produced civil cheeses have a higher cohesiveness value due to the greater amount of work required to chew in the mouth before swallowing.

In terms of all sensory characteristics, the industrially produced civil cheeses were found to be more acceptable than the traditionally produced cheeses; in particular, the acceptability of samples collected during the summer months was deemed more desirable than those collected during the wintertime.

**Table 5.** Means and standard errors (SE) of sensory evaluation of civil cheeses according to production method and collection time (n=120)

| Civil cheese         | n   | Colour Hue                | Colour Intensity         | Odour Intensity          | Hardness                 | Elasticity               | Roughness                | Adhesiveness             |
|----------------------|-----|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Traditional (Summer) | 60  | 3.465 <sup>b</sup> ±0.17  | 3.363 <sup>b</sup> ±0.11 | 1.114 <sup>a</sup> ±0.14 | 5.020 <sup>a</sup> ±0.15 | 3.104 <sup>c</sup> ±0.19 | 4.350 <sup>a</sup> ±0.17 | 2.235 <sup>b</sup> ±0.12 |
| Traditional (Winter) | 20  | 4.665 <sup>a</sup> ±0.38  | 4.498 <sup>a</sup> ±0.28 | 1.425 <sup>a</sup> ±0.32 | 4.262 <sup>b</sup> ±0.26 | 2.840 <sup>c</sup> ±0.29 | 3.805 <sup>a</sup> ±0.27 | 1.173 <sup>b</sup> ±0.13 |
| Industrial (Summer)  | 16  | 4.341 <sup>ab</sup> ±0.35 | 4.781 <sup>a</sup> ±0.36 | 1.225 <sup>b</sup> ±0.43 | 5.438 <sup>a</sup> ±0.66 | 7.563 <sup>a</sup> ±0.56 | 1.369 <sup>b</sup> ±0.23 | 3.881 <sup>a</sup> ±0.72 |
| Industrial (Winter)  | 24  | 4.996 <sup>a</sup> ±0.34  | 4.471 <sup>a</sup> ±0.25 | 0.584 <sup>b</sup> ±0.17 | 4.446 <sup>b</sup> ±0.22 | 5.200 <sup>b</sup> ±0.18 | 1.706 <sup>b</sup> ±0.16 | 3.523 <sup>a</sup> ±0.22 |
| <i>p</i>             | 120 | 0.000                     | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    |
| Civil cheese         | n   | Tenderness                | Chewiness                | Fattiness                | Juiciness                | Flavour Intensity        | Flavour Quality          |                          |
| Traditional (Summer) | 60  | 3.468 <sup>ab</sup> ±0.16 | 3.114 <sup>c</sup> ±0.14 | 2.548 <sup>c</sup> ±0.13 | 1.800 <sup>c</sup> ±0.13 | 5.403 <sup>b</sup> ±0.09 | 3.879 <sup>b</sup> ±0.13 |                          |
| Traditional (Winter) | 20  | 2.900 <sup>b</sup> ±0.19  | 3.678 <sup>b</sup> ±0.18 | 2.405 <sup>c</sup> ±0.13 | 1.415 <sup>c</sup> ±0.14 | 5.650 <sup>b</sup> ±0.15 | 3.085 <sup>a</sup> ±0.24 |                          |
| Industrial (Summer)  | 16  | 5.169 <sup>a</sup> ±0.90  | 3.934 <sup>b</sup> ±0.44 | 7.021 <sup>a</sup> ±0.38 | 5.131 <sup>a</sup> ±0.32 | 6.331 <sup>a</sup> ±0.40 | 6.484 <sup>d</sup> 0.34  |                          |
| Industrial (Winter)  | 24  | 4.202 <sup>b</sup> ±0.21  | 5.054 <sup>a</sup> ±0.15 | 5.669 <sup>b</sup> ±0.25 | 3.667 <sup>b</sup> ±0.14 | 5.225 <sup>b</sup> ±0.24 | 5.575 <sup>c</sup> ±0.30 |                          |
| <i>p</i>             | 120 | 0.000                     | 0.000                    | 0.000                    | 0.000                    | 0.005                    | 0.000                    |                          |

a-d: Means within a column with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Figure 2.** Sensory evaluation of civil cheeses (n=120)

## Conclusion

In conclusion, it was revealed that the production method and seasonal effect are the main determinants of the chemical and textural properties of civil cheeses. Industrially produced civil cheeses are more acceptable than traditionally produced cheeses in terms of sensorial properties. Moreover, especially the cheeses collected in the summer months can be consumed with greater appreciation compared to those collected in the winter months. The development and standardisation of product quality in civil cheese, which plays a significant role in the local population's nutrition by preserving its original characteristics, is crucial for public health and the socio-economic development of the region. In this regard, there is a need to support the production of civil cheeses, which are produced and widely consumed in the Erzurum-Horasan region, under controlled conditions, to raise awareness among producers and to enhance control mechanisms.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of interest:** The author(s) declare that they have no actual, potential, or perceived conflicts of interest related to this article.

**Ethics committee approval:** The authors declare that this study does not involve experiments with human or animal subjects, and therefore, ethics committee approval is not required.

**Data availability:** Data will be made available at the request of the author(s).

**Funding:** The present work was supported by the Research Fund of İstanbul University-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye. Project no. TYL-2017-26780.

**Acknowledgements:** -

**Disclosure:** -

## References

- AMSA (2012).** American Meat Science Association. Meat Color Measurement Guidelines. Champaign, IL. ISBN: 9781300552611
- AOAC (2005).** Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists (17<sup>th</sup> ed.) (Washington).
- Arslaner, A., Salık, M.A. (2017).** Some physicochemical and microbiological characteristics of the Civil cheese put up for sale in Bayburt market. II. International Conference on Advanced Engineering Technologies, 21-23 September 2017, Bayburt, Türkiye.
- Arslaner, A., Salık, M.A. (2020).** Some chemical, biochemical, microbiological properties, mineral and heavy metal contents of Bayburt civil cheese. *Gıda*, 45, 433-447. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19159>
- Atasever, M. (1995).** Civil peynirinin üretiminde farklı asitlikteki sütlerin kullanımı ile tuzlama tekniklerinin kaliteye etkisi üzerine bir araştırma [Selçuk University, Institute of Health Sciences, Department of Food Hygiene and Technology, Doctoral Thesis].
- Ayar, A., Akın, N., Sert, D. (2006).** Bazı peynir çeşitlerinin mineral kompozisyonu ve beslenme yönünden önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, s.319-322.
- Bakırcı, I., Andiç, S. (1998).** Muş-Bulanık yöresinde üretilen çeçil peyniri üzerinde Bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 10, 67-71.
- Baran, D., Topçu, Y. (2018).** Coğrafi işaretli Erzurum küflü peynirinin tüketici tercihlerine dayalı pazarlama taktik ve stratejileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 191-202. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.302230>
- Bourne, M.C. (1978).** Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32, 62-66, 72.
- Cakmakci S., Gundogdu E., Hayaloglu A.A., Dagdemir E., Gurses M., Cetin B., Tahmas-Kahyaoglu D. (2012).** Chemical and microbiological status and volatile profiles of mouldy Civil cheese, a Turkish mould-ripened variety. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 2405-2412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03116.x>

**Çakmakci, S., Salık, M.A. (2021).** Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. *Akademik Gıda*, 19(3), 325-342.  
<https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1011229>

**Cambaztepe, F., Çakmakçı, S., Dağdemir, E. (2009).** Effect of some technological parameters on microbiological, chemical and sensory qualities of Civil cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 62(4), 541-548.  
<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00536.x>

**Çetinkaya, A. (2005).** Yöresel Peynirlerimiz. Academic Book Production, Kars, 212. ISBN: 975-921830905

**Demir, M. (2006).** Fabrika şartlarında üretilen çeşil peynirlerinin olgunlaşma süresince bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi [Atatürk University, Institute of Science and Technology, Department of Food Engineering, Master's Thesis].

**Dikbaş, N., Şengül, M., Ertugay, M.F. (2006).** Erzurum'da Üretilen Çeşil Peynirinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, s.161-164.

**Elmalı, G., Uylaşer, V. (2012).** Production and properties of cecil cheese as a traditional food. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 26(1), 83-92.

**Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2000).** Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, pp. 19-44. ISBN: ISBN: 978-0834212602

**Guinee, T.P., Fox, P.F. (2017).** Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects, Chapter 13, In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Academic Press, pp. 317-375.  
<http://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00013-2>

**Gülmez, M., Güven, A. (2001).** Kars ilinde satışa sunulan çeşil (civil) peynirlerin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 63-70.

**Güzeler, N., Koboyeva, F. (2020).** Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen peynir çeşitleri. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 172-184.

**Hayaloğlu, A.A., Özer, B. (2011).** Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya, pp. 1-12. ISBN: 978-625-439-147-7

**Harmankaya S., Harmankaya A. (2020).** Investigation of some microbiological and chemical properties of different cheeses. *BEU Journal of Science*, 9(3), 1389-1400.  
<https://doi.org/10.17798/bitlisfen.658163>

**IDF (1980).** International Dairy Federation, Milk and Milk Products Guide to Sampling Techniques. IDF 50 A.

**ISO 8586-1 (2012).** Sensory Analysis - General Guidance for the Selection, Training and Monitoring of Assessors. Part 1: Selected Assessors. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

**ISO 13299 (2016).** Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

**Kamber, U. (2006).** Peynirin tarihçesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 77(2), 40-44.

**Özbay G., Tüysüz V. (2024).** Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirlerinin fonksiyonel gıdalar kapsamında değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi*, 31(1), 107-134.  
<https://doi.org/10.18657/yonveek.1288409>

**Özdemir, C., Özdemir, S., Çelik, Ş., Dağdemir, E. (2003).** Çarşof Civil Peynirinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22-23 Mayıs 2003, İzmir, s.22-23.

**Polat, G., Yetişmeyen, A., Doğan, H.B. (2001).** Ankara piyasasında satılan civil peynirlerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal niteliklerin saptanması. *Gıda*, 26(6), 409-418.

**Saygılı, D., Demirci, H., Samav, U. (2020).** Coğrafi işaretli Türkiye peynirleri. *Aydın Gastronomy*, 4(1), 11-21.  
[https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/2020.401/gas\\_v04i1002](https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/2020.401/gas_v04i1002)

**Şengül, M., Gürses, M. (2006).** A survey on the some chemical and biochemical properties of Civil cheese, a traditional Turkish cheese. *International Journal of Food Properties*, 9, 791-801.  
<https://doi.org/10.1080/10942910600596415>

**Şengül, M., Değirmenci, M., Erkaya, T. (2009).** Compositional and microbiological characteristics during ripening of Cecil cheese, a traditional Turkish cheese. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4), 3087-3093.

**Tekinşen, O.C., Atasever, M., Keleş, A. (1996).** Chemical and organoleptical properties of civil cheese. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(1), 65-71.

**TPE (2009).** T.C. Türk Patent Enstitüsü, Coğrafi İşaret Tescil Belgesi, Erzurum Civil Peyniri, Tescil No:116, Ankara, Türkiye.

<https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37987>

**Yangılar, F., Kızılkaya, P.Ç. (2015).** Ardahan'ın aromatik çeçil peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *BEU Journal of Science*, 4(2), 122-130.

<https://doi.org/10.17798/beufen.04274>

**Yazici, F., Dervisoglu, M. (2003).** Effect of pH adjustment on some chemical, biochemical and sensory properties of civil cheese during storage. *Journal of Food Engineering*, 56(4), 361-369.

[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00208-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00208-X)

**Yetişmeyen, A., Polat, G., Doğan, H. (2001).** Determination of microbiological, chemical and organoleptic properties of civil cheese sold in Ankara. *Gıda*, 26(6), 409-418.

**Yetişmeyen, A. (2005).** Bazı geleneksel peynirlerimizin biyogen amin içeriğinin saptanması ve peynirlerin mikrobiyolojik, kimyasal özellikleriyle olan ilişkisinin araştırılması, Ankara University, Final Report of Scientific Project, Ankara. Project No. 20030711071. <https://bap.ankara.edu.tr/>

**Yıldız, F., Yetişmiyen, A., Şenel, E., Durlu Özkan, F., Öztekin, Ş., Şanlı, E. (2010).** Some properties of civil cheese: A type of traditional Turkish cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 63(4), 575-580.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00612.x>

## Baklagil bazlı yoğurt analoglarının besinsel profili, duyuşal özellikleri ve antioksidan potansiyelinin araştırılması

Taha Gökmen ÜLGER<sup>1</sup>, Esra TUNÇER<sup>1</sup>, Ercan SARICA<sup>2</sup>, Eda Nur KUTLUBOĞA<sup>1</sup>, Gülsüm ALTUĞ<sup>1</sup>, Miray BAHADIR<sup>1</sup>

### Cite this article as:

Ülger, T.G., Tunçer, E., Sarica, E., Kutluboğa, E.N., Altuğ, G., Bahadır, M. (2025). Baklagil bazlı yoğurt analoglarının besinsel profili, duyuşal özellikleri ve antioksidan potansiyelinin araştırılması. Food and Health, 11(3), 258-267. <https://doi.org/10.3153/FH25022>

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve  
Diyetetik Bölümü, Bolu, Türkiye

<sup>2</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi Gıda  
Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

T.G.Ü. 0000-0002-7751-9789

E.T. 0000-0001-7151-842X

E.S. 0000-0002-8269-9403

E.N.K. 0009-0005-3368-5784

G.A. 0009-0004-6232-1413

M.B. 0009-0008-3782-1845

Submitted: 06.02.2025

Revision requested: 07.04.2025

Last revision received: 13.04.2025

Accepted: 14.04.2025

Published online: 19.06.2025

### Correspondence:

Taha Gökmen ÜLGER

E-mail: [tahagokmenulger@ibu.edu.tr](mailto:tahagokmenulger@ibu.edu.tr)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Bu çalışma, nohut, acı bakla ve kuru fasulyeden elde edilen baklagil bazlı yoğurt analoglarının duyuşal, makro besin ögesi, antioksidan ve fizikokimyasal özelliklerini analiz ederek fonksiyonel gıda potansiyelini araştırmakta ve hayvansal yoğurt ile karşılaştırmaktadır. Yapılan duyuşal değerlendirmelerde en yüksek puan hayvansal yoğurtta, en düşük puan ise acı bakla bazlı yoğurt analogunda gözlenmiştir. Nohut ve fasulye bazlı yoğurt analogları, duyuşal açıdan acı bakla bazlı ürünlere kıyasla daha iyi kabul görmüştür ( $p<0.05$ ). Fasulye bazlı yoğurt analogları hayvansal yoğurda göre yüksek protein içeriğine (sırasıyla  $6.35 \pm 0.59$  ve  $3.87 \pm 0.21$  g) sahipken ( $p=0.01$ ), karbonhidrat içeriği tüm baklagil bazlı analoglarda daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Antioksidan analizlerde, fasulye bazlı yoğurt analoglarının en yüksek antioksidan kapasite değeri ( $0.91 \pm 0.06$  mmol Trolox Eq/L) sahip olduğu; genel olarak baklagil bazlı analoglarının, antioksidan kapasite ve oksidan kapasite açısından hayvansal yoğurda kıyasla daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. En yüksek oksidatif stres indeksi değeri acı bakla bazlı analoglarda ( $0.56 \pm 0.02$  AU,  $p<0.05$ ) gözlenmiştir. Renk ölçümleri, parlaklık ve sarılıkta anlamlı farklılıklar gözlenmiş; hayvansal yoğurt daha yüksek parlaklığa, acı bakla bazlı analoglar ise daha yüksek sarılığa sahip olmuştur ( $p<0.001$ ). Baklagil bazlı yoğurt analogları, özellikle fasulye ve nohuttan elde edilenler, yüksek protein içeriği ve antioksidan özellikleri sayesinde umut verici fonksiyonel gıda alternatifleri sunmaktadır. Ancak, tüketici kabulünü artırmak için duyuşal ve fiziksel iyileştirmelere ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Yoğurt analogu, Baklagil bazlı yoğurt, Fonksiyonel gıda

### ABSTRACT

#### Investigation of nutritional profile, sensory properties and antioxidant potential of legume-based yoghurt analogues

This study investigates the functional food potential of legume-based yoghurt analogues derived from chickpeas, lupins, and beans by analysing their sensory, macronutrient, antioxidant, and physicochemical properties, comparing them with conventional dairy yoghurt. Sensory evaluation showed that dairy yoghurt received the highest scores, while lupin-based yoghurt analogue had the lowest. Chickpea- and bean-based yoghurt analogues were better accepted than lupin-based products in terms of sensory attributes ( $p<0.05$ ). Bean-based yoghurt analogue had a significantly higher protein content ( $6.35 \pm 0.59\%$  vs.  $3.87 \pm 0.21\%$ ,  $p=0.01$ ) compared to dairy yoghurt, while all legume-based analogues exhibited higher carbohydrate content ( $p<0.001$ ). Antioxidant analyses revealed that bean-based yoghurt analogues had the highest antioxidant capacity value ( $0.91 \pm 0.06$  mmol Trolox Eq/L); overall, legume-based analogues exhibited higher antioxidant and oxidant capacity values compared to dairy yoghurt. However, the highest Oxidative Stress Index value was observed in lupin-based analogues ( $0.56 \pm 0.02$  AU,  $p<0.05$ ). Colour measurements showed significant differences in brightness and yellowness; dairy yoghurt had higher brightness, while lupin-based analogues exhibited greater yellowness ( $p<0.001$ ). Legume-based yoghurt analogues, particularly those derived from beans and chickpeas, present promising functional food alternatives due to their high protein content and antioxidant properties. However, sensory and textural improvements are necessary to enhance consumer acceptance.

**Keywords:** Yoghurt analogue, Legume-based yoghurt, Functional food

## Giriş

Küresel gıda endüstrisi, çevresel sürdürülebilirlik, sağlık bilinci ve etik hususlar gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle tüketici tercihlerinde bitki bazlı alternatiflere doğru önemli bir yönelime tanık olmuştur. Bu alternatifler arasında bitkisel bazlı süt ve yoğurt analogları dikkat çekmektedir (Runte ve ark., 2024). Bitkisel süt ve yoğurt analogları küresel olarak en hızlı büyüyen bitki bazlı ürün sınıflarından birisidir. Dünyada bitki bazlı süt ve yoğurt analoğu pazarının önümüzdeki on yıl içerisinde %9.9 büyüyeceği ve 47.2 milyar dolar piyasa hacmine ulaşacağı tahmin edilmektedir (FMI, 2023). Bitkisel süt ve yoğurt analoğu satışlarında 2012’den 2019’a kadar gözlenen istikrarlı artış (Paul ve ark., 2020) bu öngörüye doğrulamaktadır. Ayrıca diyabet, metabolik sendrom veya kardiyovasküler hastalığı olan bireylerde de bitkisel süt ve yoğurt analoglarına olan yönelim, bu ürünlere ilişkin literatürde sunulan bazı fonksiyonel etkiler dolayısıyla artmıştır (Aydar ve ark., 2020; Thorning ve ark., 2016). Bir diğer yandan bu ürünler, laktoz intoleransı, süt alerjisi olan veya vegan diyetine bağlı olan bireyler de dahil olmak üzere çok çeşitli bir popülasyona hitap etmektedir. Belirtilen bu hususlara bağlı olarak bitki bazlı süt ve yoğurt analoglarına yönelik küresel pazarın önemli ölçüde büyüyeceği öngörülmektedir.

Gıda endüstrisinde bitkisel süt ürünlerine olan yönelimin artması ile birlikte sürdürülebilir ve doğal gıda ürünlerinin geliştirilmesine yönelik inovatif denemeler yapılmaktadır. Fakat yeni bir ürün segmenti olması, olumsuz duyuşsal özellikler taşıyabilmesi, üretim süreçlerinde test edilen gıdanın fonksiyonel bileşenlerinde kayıplar meydana gelmesi ve elde edilen ürünün besinsel kompozisyonu ile güvenilirliğinin yeterince değerlendirilmemesi gibi eksiklikler, bu ürünlerin günlük diyetle entegrasyonunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Aydar ve ark., 2020; Pandey ve ark., 2021). Bir diğer yandan bitki bazlı yoğurt analoglarının besinsel ve fonksiyonel potansiyeli olsa da, bu ürünlerin duyuşsal olarak kabul edilebilirliği pazardaki başarılarının kritik bir belirleyicisi olmaya devam etmektedir. Tat, doku, aroma ve genel memnuniyete ilişkin tüketici tercihleri, yeni gıda ürünlerinin benimsenmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu ürünlerin hem duyuşsal özelliklerinin hem de besin profillerinin kapsamlı analizi, ürünün kabul edilebilirliğini ve rekabet gücünü sağlamak için ve günlük diyetin bir parçası olarak önerilebilmesi için gereklidir (Gupta ve ark., 2022).

Bu kapsamda bitkisel yoğurt analogları gibi alternatif fermente ürünlerin geliştirilmesi, hayvansal ürünleri tüketmeyi tercih etmeyen veya diyet kısıtlamaları nedeniyle tüketemeyen bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak için gereklidir. Nohut (*Cicer arietinum* L.), acı bakla (*Lupinus angustifolius* L.) ve

kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gibi baklagillerin yoğurt analog formülasyonlarına dahil edilmesinin, sadece hayvansal süt içermeyen ürünlere olan talebi karşılamakla kalmayacağı, aynı zamanda yüksek protein içeriği, zengin lif bileşimi ve antioksidan kapasitesi sayesinde bitki bazlı fermente ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu araştırmada nohut, acı bakla ve kuru fasulyeden elde edilen baklagil bazlı yoğurt analoglarının karbonhidrat, protein ve yağ içeriklerinin yanı sıra antioksidan kapasitelerinin analiz edilerek, fonksiyonel gıdalar olarak potansiyellerinin araştırılması ve tüketici kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesi için duyuşsal analizler yapılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Baklagil bazlı yoğurt üretiminde kullanılan ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* suşlarını içeren vegan yoğurt mayası özel bir firmadan, hammaddeler (nohut, fasulye, acı bakla) ise Bolu ilindeki yerel bir marketten temin edilmiştir.

### Baklagil Bazlı Yoğurt Analoğu Üretimi

Baklagil bazlı yoğurt analoğu üretiminde kullanılacak hammaddeler (nohut, fasulye, acı bakla) yumuşaması için kaynamış su ilave edilerek 12 saat boyunca suda bekletilmiştir. Acı bakla, nohut ve fasulyeden farklı olarak, her 3 saatte bir suyu değiştirilerek bekletilmiştir. Bekletme süresinin ardından tüm baklagillerin suları değiştirilerek yaklaşık 30 dakika boyunca haşlamaya bırakılmıştır. Haşlama işlemi tamamlandıktan sonra haşlama suları süzülüp ayrı bir kaba alınmış, ardından baklagillerin kabukları ayıklanmıştır. Kabukları soyulan baklagiller tekrar haşlanmak üzere tencereye alınmış ve 30 dakika kaynamaya bırakılmıştır. Ocaktan alınan baklagiller blender aracılığı ile 5 dakika homojenize edilmiştir. Nihai bulamaçlar ince telli süzgeçten geçirilerek baklagil bazlı süt analogları elde edilmiştir.

Baklagil bazlı yoğurt analoğu üretimi ise Bilici (2022) tarafından belirtilen metot modifiye edilerek yapılmıştır. Baklagil bazlı süt analogları 40 °C’ye soğutulduktan sonra 100 mL hacme karşılık 1 gram olacak şekilde maya ilave edilerek 5 dakika ön aktiveleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen karışımlar baklagil bazlı süt analoglarına ilave edilerek inkübasyona bırakılmıştır. Beşinci saatin sonunda oda sıcaklığındaki yoğurt analogları alınarak kalan süre boyunca +4 °C sıcaklıkta buzdolabında muhafaza edilmiştir.

### Duyusal Analiz

Duyusal analizler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde görevli 7 panelist tarafından aynı üniversite bünyesindeki Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan Duyusal Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Panelist sayısı, duyusal tanımlayıcı analizlerde genellikle yeterli görülen 6–15 kişi aralığı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir (Heymann ve ark., 2012). Duyusal değerlendirilmesi yapılacak olan nohut, fasulye ve acı bakladan yapılan yoğurt analogları ve referans numunesi olarak zincir bir marketten alınan hazır hayvansal yoğurttan 35'er gram alınarak duyusal analiz için hazırlanmıştır. Örneklerin duyusal yönden değerlendirilmesi, Clark ve ark. (2009)'un süt ürünleri için modern duyusal uygulama yöntemlerinden biri olan hedonik skala sistemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Duyusal analize katılan panelistlerden numunelerin kıvam, tat, ekşilik, acılık, renk, pütürlülük ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini beğeni düzeylerine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal özellikler, panelistler tarafından 1 ila 10 arasında değişen bir skala kullanılarak değerlendirilmiştir (1: kötü, 5: kabul edilebilir, 10: oldukça iyi). Elde edilen tüm veriler ortak bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Baklagil bazlı yoğurt analoglarının ve referans numunenin hazırlanması duyusal analiz oturumundan 12 saat önce tamamlanmıştır. Numuneler, duyusal analiz için panelistlere sunulana kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Numuneler, her biri ayrı ayrı tadılacak şekilde, standart tabaklarda 4 seferde panelistlere sunulmuştur. Panelistlerde numunelere karşı algı oluşmaması için tabakların üzerine her örnek için aralarında belli bir sistematik olmaksızın 3 haneli rastgele sayılar verilmiştir. Panelistlerden, duyusal analiz sonuçlarının etkilenmemesi amacıyla, analizden 2 ila 4 saat öncesinde sigara ve kahve tüketiminden kaçınmaları istenmiştir. Analiz öncesinde panelistlere tadımı yapılacak ürünlere karşı alerjileri olup olmadığı, tat ve koku duyusunu etkileyecek herhangi bir rahatsızlığı olup olmadığı ve kuru fasulye, nohut ve acı bakla tüketimine karşı herhangi bir önyargıları olup olmadığı sorulmuş ve bu faktörlerden herhangi birinin varlığı durumunda araştırmaya dahil edilmemiştir. Laboratuvar ortamında değerlendirme işlemi yapılırken her analiz öncesinde bir önceki testten kalan tadı gidermek adına panelistlere su verilmiştir. Analiz öncesinde panelistlere tadım hakkında bilgi verilmiş, her tadım arasında su içmeleri istendiği ve her örnek için 5 dakika değerlendirme süresi bulunduğu söylenmiştir.

### Karbonhidrat, Protein, Yağ, Kuru Madde ve Kül Tayini

Örneklerin kuru madde ve kül değerleri gravimetrik yöntem ile, yağ değeri Gerber yöntemi ile azot miktarı ise Kjeldahl

yöntemine göre belirlenmiştir. Kontrol örneği olan hayvansal yoğurdun protein miktarı belirlenen azot değerinin 6,38 ile çarpılmasıyla tespit edilmiştir. Bitkisel yoğurt analoglarının protein değeri ise belirlenen azot değerinin 6,25 dönüştürme faktörüyle çarpılmasıyla bulunmuştur. Örneklerin toplam karbonhidrat miktarı; toplam kuru madde değerinden belirlenen yağ, protein ve kül değerinin çıkartılmasıyla [% Karbonhidrat = % Kuru madde değeri – (% Yağ değeri + % Protein değeri + % Kül değeri)] belirlenmiştir.

### Viskozite, pH, Asitlik, Serum ve Renk Analizi

Örneklerin pH değeri 20°C sıcaklıkta kalibrasyonu yapılmış WTW 720 marka pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Asitlik değeri ise 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek % laktik asit cinsinden belirlenmiştir (AOAC, 2020). Örneklerden ayrılan serum miktarını belirlemek amacıyla; filtre kağıdının üzerine 25 g örnek koyularak 4°C sıcaklıkta 120 dakika boyunca bekletilmiştir. Filtre kağıdının altında toplanan serum miktarı gram olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu sonuç oran orantıyla yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Farooq ve Haque, 1992).

Viskozite değeri viskozimetre cihazı (AND vibro viscometer SV-10, Japonya) kullanılarak 10°C sıcaklıkta direkt ölçülmüştür. Ölçüm 2 dakika boyunca 15 saniyede bir olmak üzere 9 ölçümün ortalamasıdır. Sonuçlar mPa.s cinsinden ifade edilmiştir.

Örneklerin CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) L\*, a\*, b\* ve C renk parametreleri Minolta Colorimeter CR-400 (Konica Minolta, Japonya) marka renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. L\*, a\* ve b\* değerleri kullanılarak örneklerin beyazlık indeksi (BI) ve sarılık indeksi (SI) değerleri hesaplanmıştır (Uçurum, 2017).

$$BI = 100 - [(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$$

$$SI = 142,86 \times b^* / L^*$$

### Toplam Antioksidan, Oksidan Kapasitenin ve Oksidatif Stres İndeksinin Belirlenmesi

Toplam Antioksidan Kapasite (TAS), Toplam Oksidan Kapasite (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksinin (OSI) belirlenmesi için numuneler 1:1 oranında distile su ile karıştırılıp, homojen olana kadar vortexlenmiştir. Daha sonra +4 °C sıcaklıkta 3000 rpm'de 5 dk santrifüjlenmiş ve süpernatant kısmıyla analizler gerçekleştirilmiştir.

Toplam TAS ve TOS ölçümü ticari kitler (Rel Assay, Türkiye) yardımıyla Mindray BS300 cihazı kullanılarak yapılmıştır. TAS sonuçları E vitamini benzeri mmol Trolox eş değeri/L cinsinden, TOS sonuçları litre başına düşen mikromol

hidrojen peroksit olarak ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  eş değeri/L) verilmiştir. Total Oksidan Kapasite (TOS) değerinin TAS değerine oranı olarak adlandırılmış olan OSI değerinin hesaplanmasında TAS değeri  $\mu\text{mol/L}$ 'ye çevrilmiş ve OSI (arbitrary unit)= TOS ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  eş değeri/L)/TAS ( $\mu\text{mol Trolox}$  eş değeri/L) eşitliği ile hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 22.0 istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Tüm analizlerde yanılma düzeyi olarak  $\alpha=0.05$  değeri belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Değerlendirilen numunelere ilişkin duysal değerlendirme sonuçları Tablo 1'de gösterildiği gibidir. Elde edilen sonuçlara göre genel kabul edilebilirlik, kıvam, tat, ekşilik, acılık, renk ve pütürlülük açısından kontrol örneği olan hayvansal yoğurdun ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Değerlendirilen bütün duysal parametrelerde en düşük değerlerin ise acı bakla bazlı yoğurt analoguna ait olduğu gözlenmiştir.

Baklagil bazlı yoğurt analoglarından nohut ve fasulye bazlı analogların genel kabul edilebilirlik (sırasıyla;  $5 \pm 2.38$  ve  $4.43 \pm 2.51$ ), kıvam (sırasıyla;  $5.43 \pm 1.99$  ve  $1.57 \pm 1.13$ ), tat (sırasıyla;  $5.86 \pm 2.79$  ve  $4.43 \pm 2.99$ ) ve ekşilik (sırasıyla;  $6.28 \pm 3.99$  ve  $5.29 \pm 3.77$ ) beğeni değerlerinin acı bakla analoguna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Renk ve pütürlülük açısından da nohut ve fasulye bazlı yoğurt analogunun ortalama beğeni değerlerinin acı

bakla bazlı yoğurt analoguna göre daha yüksek olduğu anlaşılmakla birlikte farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bir diğer yandan ekşilik ve acılık kriterleri açısından yoğurt analoglarından nohut ve fasulye bazlı analoglar ile hayvansal yoğurt arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

Duyusal değerlendirme sonuçları, baklagil bazlı yoğurt analoglarının geleneksel hayvansal yoğurda kıyasla daha düşük kabul edilebilirlik puanları aldığını göstermiştir. Bu sonuçlar, bitki bazlı alternatiflerde hayvansal yoğurtla karşılaştırılabilir duysal nitelikler elde etmenin zorluklarına dikkat çeken önceki çalışma sonuçlarıyla uyumludur (Greis ve ark., 2022; Diez-Ozaeta ve ark., 2024). Craig ve Brothers'ın yaptığı çalışmada, baklagillerden elde edilen yoğurt analoglarının, hayvansal süt ürünlerine kıyasla genellikle daha düşük biyolojik protein değeri gösterdiğini ve bunun da genel duysal çekiciliğini ve tüketici kabulünü etkileyebileceğini vurgulamıştır (Craig ve Brothers, 2021). Ayrıca farklı çalışmalarda da yoğurt analoglarına çeşitli doğal katkı maddelerinin ilavesinin duysal özelliklerini etkileyebileceği belirtilerek, baklagil bazlı ürünlerin duysal profilini geliştirmek için daha fazla zenginleştirmenin gerekli olabileceği öne sürülmüştür (Fazla ve ark., 2023; Dhakal ve ark., 2023; Pua ve ark., 2022).

Bir diğer yandan soya ve Hindistan cevizi bazlı yoğurt analoglarının, tat ve doku açısından hayvansal yoğurtla rekabet edebileceği de belirtilmiştir (Gupta et al., 2022; Grasso et al., 2020). Bitki bazlı yoğurt analoglarına uygun stabilizatörlerin eklenmesiyle dokusal özellikler geliştirilerek duysal kabul edilebilirliği artırılabilir. Artmış duysal kabul edilebilirlik, sağlık yararları ile birleştiğinde ve diyet alışkanlıklarının bitki bazlı beslenme yönünde değiştiği göz önünde bulundurulduğunda, bitki bazlı yoğurtların ilerleyen yıllarda daha rekabetçi olabileceği düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Yoğurt ve baklagil bazlı yoğurt analoglarına ilişkin duysal değerlendirme sonuçları

**Table 1.** Sensory evaluation results of yogurt and legume-based yogurt analogues

|                           | Nohut bazlı yoğurt analogu | Acı bakla bazlı yoğurt analogu | Fasulye bazlı yoğurt analogu | Hayvansal Yoğurt  |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Genel kabul edilebilirlik | $5 \pm 2.38^b$             | $1.29 \pm 0.49^a$              | $4.43 \pm 2.51^b$            | $9.29 \pm 1.50^c$ |
| Kıvam                     | $5.43 \pm 1.99^b$          | $1.57 \pm 1.13^a$              | $6 \pm 2.31^b$               | $9.57 \pm 1.13^c$ |
| Tat                       | $5.86 \pm 2.79^b$          | $1.14 \pm 0.38^a$              | $4.43 \pm 2.99^b$            | $8.86 \pm 1.77^c$ |
| Ekşilik                   | $6.28 \pm 3.99^b$          | $1.29 \pm 0.49^a$              | $5.29 \pm 3.77^b$            | $7.43 \pm 3.26^b$ |
| Acılık                    | $6 \pm 4.16^b$             | $1.57 \pm 1.13^a$              | $5.29 \pm 3.20^b$            | $7.86 \pm 3.39^b$ |
| Renk                      | $4.86 \pm 1.86^a$          | $2.43 \pm 1.62^a$              | $4.29 \pm 2.5^a$             | $9.57 \pm 0.78^b$ |
| Pütürlülük                | $5.86 \pm 2.19^a$          | $2.43 \pm 2.99^a$              | $4.57 \pm 2.99^a$            | $8.29 \pm 1.30^b$ |

One Way Anova (tek yönlü varyans analizi) testi. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Duyusal özellikler 1-10 arasındaki skala (1-kötü, 5-kabul edilebilir ve 10-oldukça iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Acı bakla bazlı yoğurt analoguna ilişkin elde edilen düşük duyusal sonuçlar bu türe ilişkin karakteristik doğal acı ve aromatik bileşiklere bağlanabilir (Bader ve ark., 2011). Enzimatik işlemler veya farklı mikrobiyal suşlarla fermentasyon gibi gelişmiş işleme teknikleri yoluyla bu duyusal sınırlamaların ele alınması, kabul edilebilirliği önemli ölçüde artırabilir (Hickisch ve ark., 2016; Laaksonen ve ark., 2021). Ayrıca acı bakla bazlı yoğurt analoglarında fermentasyon öncesinde uygulanan işlemlerin duyusal özelliklerde önemli bir belirleyici olabileceği belirtilmekle birlikte, fermentasyon işlemi için 14-35 saate gereksinim olabileceği belirtilmiştir (Hickisch ve ark., 2016; Laaksonen ve ark., 2021). Bu çalışmada fermentasyon için sürenin literatürdeki diğer çalışmalara göre daha kısıtlı tutulması (Hickisch ve ark., 2016; Laaksonen ve ark., 2021) kıvamsal ve diğer duyusal sonuçlarda farklılığa neden olmuş olabilir.

Değerlendirilen numunelere ilişkin besinsel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 2’de gösterildiği gibidir. Kuru madde içeriğine ilişkin verilere göre acı bakla bazlı yoğurt analogu hariç olmak üzere baklagil bazlı yoğurt analoglarının değerinin

(fasulye: %23.91  $\pm$  0.01; nohut: %15.28  $\pm$  0.01) hayvansal yoğurda (%13.66  $\pm$  0.04) göre (%13.66  $\pm$  0.04) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu anlaşılmıştır ( $p < 0.05$ ). Titrasyon asitliği ve viskozitesi en yüksek grup ise hayvansal yoğurt grubu olmakla birlikte, istatistiksel farklılığın diğer gruplara göre anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ). Acı bakla bazlı yoğurt analogunun serum ayrılma düzeyi en yüksek olarak saptanırken, fasulye bazlı yoğurt analogunda serum ayrılması gözlenmemiştir.

Makro besin ögesi analizlerine ilişkin sonuçlar değerlendirildiğinde hayvansal yoğurdun yağ içeriğinin baklagil bazlı yoğurt analoglarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülürken ( $p < 0.001$ ), karbonhidrat içeriği açısından ise baklagil bazlı yoğurt analoglarına ilişkin değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Nohut ve fasulye bazlı yoğurt analoglarının protein içeriğinin de hayvansal yoğurda göre daha yüksek olduğu anlaşılmakla birlikte fasulye bazlı yoğurt analogu (%6.35  $\pm$  0.59) ve hayvansal yoğurt (%3.87  $\pm$  0.21) arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ( $p = 0.01$ ).

**Tablo 2.** Yoğurt ve baklagil bazlı yoğurt analoglarına ilişkin besinsel ve kimyasal analiz sonuçları

**Table 2.** Nutritional and chemical analysis results of yogurt and legume-based yogurt analogues

|                                                     | Nohut bazlı<br>yoğurt analogu | Acı bakla bazlı<br>yoğurt analogu | Fasulye bazlı<br>yoğurt analogu | Hayvansal<br>Yoğurt             |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Protein (%)                                         | 4.66 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>  | 1.41 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>      | 6.35 $\pm$ 0.59 <sup>c</sup>    | 3.87 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>    |
| Yağ (%)                                             | 0.35 $\pm$ 0.07 <sup>bc</sup> | 0.27 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>      | 0.1 $\pm$ 0.001 <sup>a</sup>    | 4 $\pm$ 0.001 <sup>d</sup>      |
| Karbonhidrat (%)                                    | 9.94 $\pm$ 0.11 <sup>c</sup>  | 6.49 $\pm$ 0.37 <sup>b</sup>      | 16.91 $\pm$ 0.59 <sup>d</sup>   | 5.02 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>    |
| Kül (%)                                             | 0.33 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  | 0.39 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>      | 0.55 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>    | 0.76 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>    |
| Kuru madde (%)                                      | 15.28 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup> | 8.57 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>      | 23.91 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>   | 13.66 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>   |
| Titrasyon Asitliği (% laktik asit)                  | 0.10 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>  | 0.11 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>      | 0.16 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>    | 0.93 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>    |
| Serum Ayrılması (%)                                 | 6.20 $\pm$ 2.12 <sup>b</sup>  | 56.18 $\pm$ 1.24 <sup>d</sup>     | 0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>          | 19.55 $\pm$ 1.34 <sup>c</sup>   |
| Viskozite (mPa.s)                                   | 17.7 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 1.73 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>      | 643.33 $\pm$ 0.86 <sup>c</sup>  | 1686.25 $\pm$ 4.48 <sup>d</sup> |
| pH                                                  | 6.71 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>  | 5.48 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>      | 6.67 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>    | 4.1 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>     |
| TAS (mmol Trolox Eq/L)                              | 0.66 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>  | 0.43 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>      | 0.91 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>    | 0.27 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>    |
| TOS ( $\mu$ mol H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Eq/L) | 0.81 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup> | 2.4 $\pm$ 0.06 <sup>c</sup>       | 1.06 $\pm$ 0.22 <sup>ab</sup>   | 0.6 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>     |
| OSI (AU)                                            | 0.12 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  | 0.56 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>      | 0.12 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>    | 0.22 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>    |

One Way Anova (tek yönlü varyans analizi) testi. Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Besin ögesi içeriğine ilişkin analiz sonuçları baklagil bazlı yoğurt analoglarının hayvansal yoğurda kıyasla daha yüksek karbonhidrat içeriğine ve protein seviyelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bu sonuçlar literatür verileri ile uyumludur (Craig ve Brothers, 2021; Marlapati ve ark., 2024). Nohut ve fasulye bazlı yoğurt analoglarının yüksek protein içerikleri, fonksiyonel gıdalar olarak potansiyellerini ortaya koymaktadır. Bu bulgular bitki bazlı ürünlerin hayvansal süt ürünleriyle karşılaştırılabilir ve hatta daha üstün protein seviyeleri sunabileceğini bildiren Angelino ve arkadaşlarının bulgularını desteklemektedir (Angelino ve ark., 2020). Öte yandan, elde edilen bulgular bitki bazlı yoğurt analoglarının yalnızca vegan bireyler ve protein gereksinimlerini bitkisel kaynaklardan karşılamayı tercih eden tüketiciler için etkili bir protein kaynağı olmakla kalmayıp, aynı zamanda sağlıklı ve yüksek kompleks karbonhidrat içeriğiyle de besleyici bir alternatif sunabileceğini ortaya koymaktadır. Hayvansal yoğurdun daha yüksek yağ içeriğinin duyuşsal kabul edilebilirlik üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmekle birlikte, düşük yağ içeriğine sahip baklagil bazlı yoğurt analoglarının da, diyetlerinde doymuş yağ miktarını azaltmayı hedefleyen bireyler için önemli bir alternatif olabileceği anlaşılmaktadır.

Örneklere ilişkin kül değeri verilerine göre en yüksek değerin hayvansal yoğurtta olduğu ( $0.76 \pm 0.05$ ) ve bitkisel yoğurt analoglarına göre farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Baklagil bazlı yoğurt analogları arasında kül değeri en yüksek olan grubun fasulye bazlı yoğurt analogu ( $0.55 \pm 0.01$ ) olduğu ve diğer baklagil bazlı yoğurt analoglarına göre farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ).

Örneklerin pH verilerine göre ise, en düşük pH değerinin hayvansal yoğurt grubunda olduğu görülmekle birlikte, gruplar arasındaki farklılığın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır ( $p < 0.001$ ). Oksidatif strese ilişkin verilere göre ise en yüksek TAS değerinin fasulye bazlı yoğurt analogunda ( $0.91 \pm 0.06$  mmol Trolox Eq/L) olduğu ve diğer gruplara göre farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Bir diğer yandan bütün baklagil bazlı yoğurt analoglarının TAS ve TOS değerlerinin hayvansal yoğurda göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Oksidatif stres indeksi açısından ise en yüksek değerin acı bakla bazlı yoğurt analogunda olduğu ( $0.56 \pm 0.02$  AU) ve diğer gruplara göre farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Baklagil bazlı yoğurt analoglarının antioksidan potansiyelinin hayvansal yoğurda göre oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu, bitki bazlı gıdaların, özellikle baklagillerin antioksidanlar açısından zengin olduğunu ve bu özelliklerinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine katkı sağladığını ortaya

koyan önceki çalışmalarla uyumludur (D'Andrea, 2023). Baklagil bazlı yoğurt analoglarının yüksek antioksidan kapasiteleri, temel beslenmenin ötesinde sağlık faydaları sunan fonksiyonel gıdaları tercih eden tüketiciler için önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir (Postolache, 2023). Bir diğer yandan acı bakla bazlı yoğurt analogunda OSI değerine ilişkin yüksek değer bu ürünlerin oksidatif profilini optimize etmek için gerekliliğe işaret etmektedir. Bu ürünlerdeki oksidatif dengesizlik doğal antioksidanlar eklenmesi veya biyoaktif bileşik stabilitesini artırmak için fermentasyon koşullarının değiştirilmesi ile mümkün olabilir. Bitki bazlı yoğurt analoglarındaki antioksidan kapasite farklılıkları çoğunlukla kullanılan hammadde ve bunları izleyen fermentasyon süreçlerindeki değişikliklere bağlanabilir. Hayvansal yoğurtlar, fermentasyon sırasında oluşan biyoaktif peptitlerden fayda sağlarken; polifenol içeren bitki bazlı alternatifler de yüksek düzeyde antioksidan aktivite gösterebilmektedir (Rashwan ve ark., 2022; Wijesekara ve ark., 2022).

Fizikokimyasal özellikler açısından, çalışmada baklagil bazlı yoğurt analoglarının pH seviyelerinin hayvansal yoğurtta daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Nitekim bu sonuç Malki ve arkadaşlarının pH'daki değişikliklerin fermentasyon sürecini ve nihai ürünün özelliklerini etkileyebileceğini öne süren bulgularıyla uyumludur (Malki ve ark., 2022). Bu çalışmada gözlemlendiği üzere, hayvansal yoğurdun daha yüksek titre edilebilir asitliği ve viskozitesi, hayvansal yoğurtların yağ içeriği ve fermentasyon özellikleri nedeniyle tipik olarak daha stabil bir doku ve asitlik profiline sahip olduğu yönündeki genel anlayışla uyumludur (Helal, 2023). Baklagil bazlı yoğurt analogları ile hayvansal yoğurt arasında özellikle serum ayrılması ve viskozite açısından gözlenen farklılıklar, bu ürünlerin doku ve kıvam özelliklerini optimize etme ihtiyacını vurgulamaktadır. Pandey ve ark. (2021), tüketici tercihlerini artırmak için bu tür ürünlerin tekstürel ve aromatik özelliklerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmiş ve hidrokoloidler veya proteinler gibi stabilizatörler ile serum ayrılmasının azaltılabileceğini ve dokusal kıvamı iyileştirilebileceğini belirtmiştir.

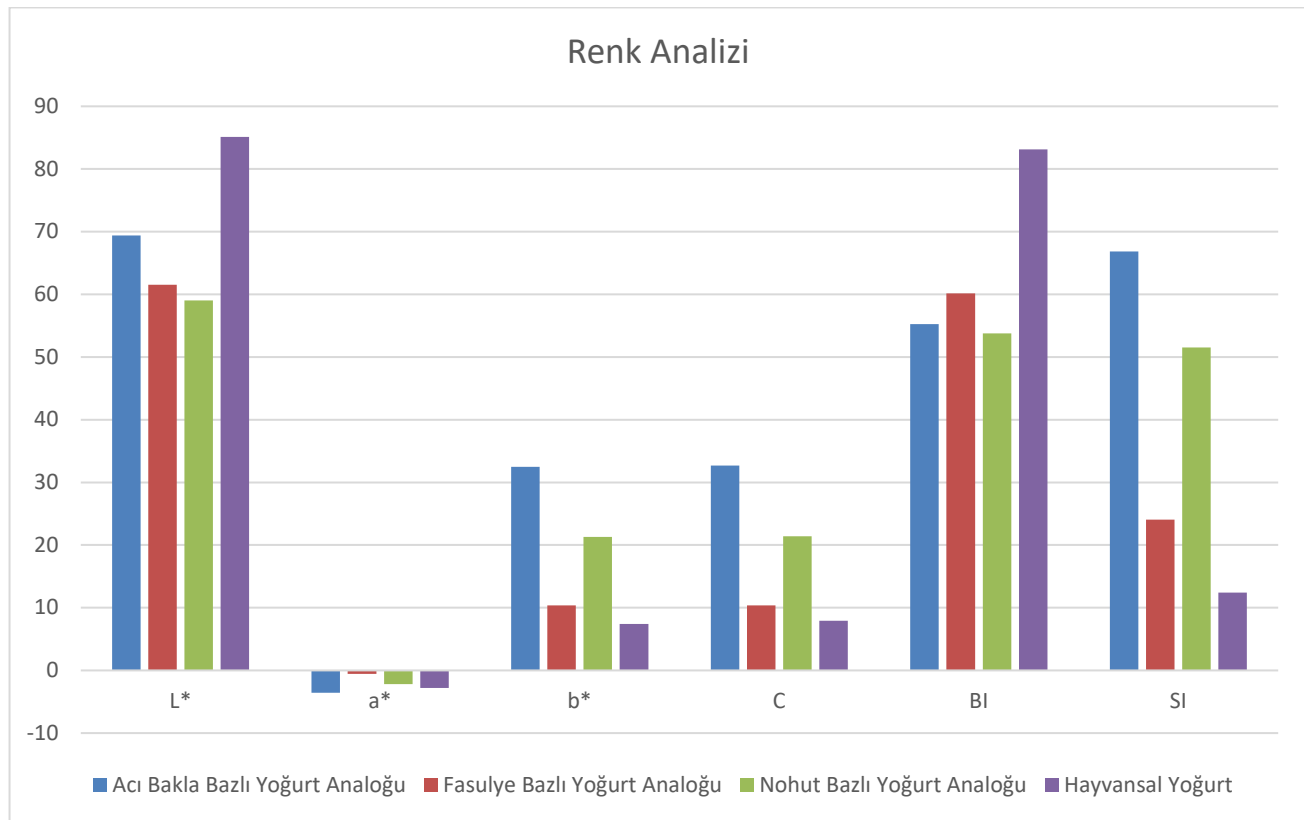
Yoğurt ve yoğurt analoglarına ilişkin renk ölçüm sonuçları Şekil 1'de gösterildiği gibidir. Hayvansal yoğurdun  $L^*$  (parlaklık) değeri  $85.11 \pm 0.04$  olarak bulunmuş olup, bu değerin bitkisel yoğurt analoglarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ( $p < 0.001$ ) tespit edilmiştir. Bitkisel yoğurt analoglarında ise en yüksek değer acı bakla bazlı yoğurt analogunda ( $69.38 \pm 0.01$ ), en düşük değer ise nohut bazlı yoğurt analogunda ( $59.05 \pm 0.06$ ) gözlenmiş olup gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0.001$ ). Örneklere ilişkin  $a^*$  (kırmızılık) değerleri ise  $-3.55 \pm 0.06$  (acı bakla) ile

$-0.53 \pm 0.001$  (fasulye) arasında değişmekte olup gruplar arasındaki farklılığın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır ( $p < 0.001$ ).

Sarılık ( $b^*$ ) ve Chroma-doygunluk (C) değerleri açısından benzer sonuçlar elde edilmiş olup her iki parametrede de en yüksek değerlerin acı bakla bazlı yoğurt analogunda en düşük değerlerin ise hayvansal yoğurttan gözlemlendiği saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). Bir diğer yandan hayvansal yoğurdun beyazlık indeksinin (BI) diğer gruplara göre anlamlı olarak daha yüksek ( $p < 0.001$ ), sarılık indeksinin (SI) ise daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Baklagil bazlı yoğurt

analoglarında ise beyazlık indeksi en yüksek olan yoğurt analogunun fasulye, sarılık indeksi en yüksek olan yoğurt analogunun ise acı bakla olduğu anlaşılmaktadır.

Renk analizine ilişkin sonuçlar da hayvansal yoğurt ve baklagil bazlı yoğurt analogları arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuş, hayvansal yoğurdun baklagil bazlı analoglara göre daha yüksek parlaklık ( $L^*$  değeri) sergilediği saptanmıştır. Bu durum, renk özelliklerinin yoğurt ürünlerinin tüketici algısı ve kabulünde kritik öneme sahip olduğunu belirten Silva ve arkadaşlarının bulgularıyla örtüşmektedir (Silva ve ark., 2019). Yoğurdun duyu ve renk özellikleri pazarlanabilirlik için çok önemlidir ve baklagil bazlı ürünlerde bu özelliklerin geliştirilmesi tüketici kabulünü artırabilir.



**Şekil 1.** Yoğurt ve baklagil bazlı yoğurt analoglarına ilişkin renk ölçüm sonuçları

**Figure 1.** Colour measurement results of yoghurt and legume-based yoghurt analogues

## Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular, baklagil bazlı yoğurt analoglarının sürdürülebilir ve fonksiyonel gıdalar olarak önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Nohut ve fasulyeden elde edilen yoğurt analogları; yüksek protein, antioksidan kapasite ve kompleks karbonhidrat içerikleriyle özellikle vegan bireyler ve bitki bazlı protein kaynaklarını tercih eden tüketiciler için sağlıklı bir alternatif sunmaktadır. Düşük yağ içerikleri de bu ürünlerin besleyici değerini artıran bir diğer avantajdır. Ancak, acı bakla bazlı ürünlerde belirginleşen düşük kıvam, serum ayrılması ve belirgin tat kusurları gibi duysal sorunlar, tüm ürün grubu için iyileştirme gereksinimini ortaya koymaktadır.

Duyusal analiz sonuçları, tüketici kabulünü artırmak amacıyla formülasyon optimizasyonlarına ve ek bileşen kullanımına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, yüksek basınçlı işleme ve ultrason destekli fermantasyon gibi yenilikçi teknolojilerin kullanılması, ürünlerin genel kalitesini ve raf ömrünü iyileştirebilir. Ayrıca, farklı tüketici gruplarını kapsayan geniş kapsamlı duysal değerlendirmeler, tercih kılıplarının anlaşılmasına ve hedef odaklı ürün geliştirme süreçlerine katkı sağlayacaktır. Bitki bazlı yoğurt analoglarının geliştirilmesi, yalnızca bireysel sağlığı desteklemekle kalmayıp aynı zamanda hayvansal kaynaklı ürünlerin çevresel yükünü azaltarak daha sürdürülebilir beslenme modellerinin yaygınlaşmasına da katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, baklagil bazlı yoğurt analogları, gelecekte daha fazla araştırma ve inovasyonla birlikte, hem sağlıklı hem de çevre dostu fonksiyonel gıdalar olarak pazarda önemli bir yer edinebilir.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Bu araştırma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı alınmıştır (Karar No: 2024/337).

**Veri erişilebilirliği:** Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

**Finansal destek:** Bu çalışma, 'TÜBİTAK-2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (2023 yılı, 2. Dönem, Başvuru No: 1919B012323430)' kapsamında desteklenmiştir.

**Teşekkür:** Yazarlar Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) ve duysal analize katılan panelistlere teşekkür eder.

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

Angelino, D., Rosi, A., Vici, G., Russo, M., Pellegrini, N., Martini, D. (2020). Nutritional quality of plant-based drinks sold in Italy: the food labelling of Italian products (FLIP) study. *Foods*, 9(5), 682.

<https://doi.org/10.3390/foods9050682>

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists International, *Association of Official Analytical Chemists* (publisher), Washington, DC 20044, USA, pp 1018. ISBN: 0935584676

Aydar, E.F., Tutuncu, S., Ozelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>

Bader, S., Oviedo, J.P., Pickardt, C., & Eisner, P. (2011). Influence of different organic solvents on the functional and sensory properties of lupin (*Lupinus angustifolius* L.) proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 44(6), 1396-1404.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.007>

Bilici, R. (2022). Vegan mutfakı kapsamında geliştirilmiş yenilikçi bir ürün: Bitkisel bazlı pastacı kreması. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Craig, W., Brothers, C. (2021). Nutritional content and health profile of non-dairy plant-based yogurt alternatives. *Nutrients*, 13(11), 4069.

<https://doi.org/10.3390/nu13114069>

D'Andrea, A. (2023). A comparison of the nutritional profile and nutrient density of commercially available plant-based and dairy yogurts in the United States. *Frontiers in Nutrition*, 10.

<https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1195045>

Dhakal, D., Younas, T., Bhusal, R. P., Devkota, L., Henry, C.J., Dhital, S. (2023). Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value. *Food Hydrocolloids*, 142, 108786.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108786>

Diez-Ozaeta, I., Vázquez-Araújo, L., Estrada, O., Puente, T., Regefolk, J. (2024). Exploring the Role of Lactic Acid

Bacteria Blends in Shaping the Volatile Composition of Fermented Dairy and Rice-Based Beverages: A Step towards Innovative Plant-Based Alternatives. *Foods*, 13(5), 664.

<https://doi.org/10.3390/foods13050664>

Clark, S., Costello, M., Drake, M., Bodyfelt, F. (Eds.). (2009). *The sensory evaluation of dairy products* (Vol. 571). New York: Springer. ISBN: 978-3-031-30019-6

<https://doi.org/10.1007/978-0-387-77408-4>

Farooq, K., Haque, Z.U. (1992). Effect of sugar esters on the textural properties of nonfat low calorie yogurt. *Journal of Dairy Science*, 75(10), 2676-2680.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78029-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78029-1)

FMI (Future Market Insights). (2023). Plantbased milk market by category, by form, by product type, by flavor type, by end-use, by sales channel, by region for 2023–2033. <https://www.futuremarketinsights.com/reports/plant-based-milk-market>. (Erişim Tarihi: 04.02.2025)

Grasso, N., Alonso-Miravalles, L., O'Mahony, J. A. (2020). Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*, 9(3), 252.

<https://doi.org/10.3390/foods9030252>

Greis, M., Sainio, T., Katina, K., Nolden, A.A., Kinchla, A.J., Seppä, L., Partanen, R. (2022). Physicochemical properties and mouthfeel in commercial plant-based yogurts. *Foods*, 11(7), 941.

<https://doi.org/10.3390/foods11070941>

Gupta, M.K., Torrico, D.D., Ong, L., Gras, S.L., Dunshea, F.R., Cottrell, J.J. (2022). Plant and dairy-based yogurts: a comparison of consumer sensory acceptability linked to textural analysis. *Foods*, 11(3), 463.

<https://doi.org/10.3390/foods11030463>

Helal, A. (2023). Influence of using wheatgrass juice on the nutritional value and characteristics of set yogurt. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 22(3), 263-285.

<https://doi.org/10.21608/jaesj.2024.235807.1110>

Heymann, H., Machado, B., Torri, L., & Robinson, A. L. (2012). How many judges should one use for sensory descriptive analysis?. *Journal of Sensory Studies*, 27(2), 111-122.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2012.00373.x>

Hickisch, A., Beer, R., Vogel, R. F., Toelstede, S. (2016). Influence of lupin-based milk alternative heat treatment and

exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria on the physical characteristics of lupin-based yogurt alternatives. *Food Research International*, 84, 180-188.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.037>

Laaksonen, O., Kahala, M., Marsol-Vall, A., Blasco, L., Järvenpää, E., Rosenvall, S., Yang, B. (2021). Impact of lactic acid fermentation on sensory and chemical quality of dairy analogues prepared from lupine (*Lupinus angustifolius* L.) seeds. *Food chemistry*, 346, 128852.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128852>

Malki, M.K.S., Pamunuwa, K.M.G.K., Wijesinghe, J.A.A.C. (2022). Development and quality evaluation of oat (*Avena sativa*) incorporated drinking yogurt. *Journal of Science*, 13(2).

<http://doi.org/10.4038/jsc.v13i2.48>

Marlapati, L., Basha, R.F., Navarre, A., Kinchla, A.J., Nolden, A.A. (2024). Comparison of Physical and Compositional Attributes between Commercial Plant-Based and Dairy Yogurts. *Foods*, 13(7), 984.

<https://doi.org/10.3390/foods13070984>

Pandey, S., Ritz, C., Perez-Cueto, F.J.A. (2021). An application of the theory of planned behaviour to predict intention to consume plant-based yogurt alternatives. *Foods*, 10(1), 148.

<https://doi.org/10.3390/foods10010148>

Paul, A.A., Kumar, S., Kumar, V., Sharma, R. (2020). Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(18), 3005-3023.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243>

Postolache, A. (2023). A clean-label formulation of fortified yogurt based on rhododendron flower powder as a functional ingredient. *Foods*, 12(23), 4365.

<https://doi.org/10.3390/foods12234365>

Pua, A., Tang, V.C.Y., Goh, R.M.V., Sun, J., Lassabliere, B., Liu, S. Q. (2022). Ingredients, processing, and fermentation: addressing the organoleptic boundaries of plant-based dairy analogues. *Foods*, 11(6), 875.

<https://doi.org/10.3390/foods11060875>

Rashwan, A.K., Osman, A.I., Chen, W. (2023). Natural nutraceuticals for enhancing yogurt properties: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(3), 1907-1931.

<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01588-0>

**Runte, M., Guth, J.N., Ammann, J. (2024).** Consumers' perception of plant-based alternatives and changes over time. A linguistic analysis across three countries and ten years. *Food Quality and Preference*, 113, 105057.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105057>

**Silva, S., Fernandes, I., Barros, L., Fernandes, Â., Alves, M., Calhelha, R., Barreiro, M. (2019).** Spray-dried spirulina platensis as an effective ingredient to improve yogurt formulations: testing different encapsulating solutions. *Journal of Functional Foods*, 60, 103427.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103427>

**Thorning, T.K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-**

**Muthu, S.S., Givens, I., Astrup, A. (2016).** Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & nutrition research*, 60(1), 32527.

<https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32527>

**Uçurum, M. (2017).** Fuzzy statistical process control of a calcite grinding plant using total color difference parameter ( $\Delta E$ ). *IOSR Journal of Engineering*, 7, 7-22.

<https://doi.org/10.9790/3021-0705010722>

**Wijesekara, A., Weerasingha, V., Jayarathna, S., Priyashantha, H. (2022).** Quality parameters of natural phenolics and its impact on physicochemical, microbiological, and sensory quality attributes of probiotic stirred yogurt during the storage. *Food Chemistry: X*, 14, 100332.

<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100332>

## Kadınlarda hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon, anksiyete ve stresin aracı rolü

Tuğba TÜRKKAN<sup>1</sup>, Kenan BÜLBÜL<sup>2</sup>, Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU<sup>3</sup>

### Cite this article as:

Türkkan, T., Bülbül, K., Arpa Zemzemoğlu, T.E. (2025). Kadınlarda hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon, anksiyete ve stresin aracı rolü. Food and Health, 11(3), 268-278. <https://doi.org/10.3153/FH25023>

<sup>1</sup> Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Sosyal Hizmet Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

<sup>2</sup> Milli Eğitim Bakanlığı, Trabzon İsmail Yıldırım İlkokulu, Trabzon, Türkiye

<sup>3</sup> Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

T.T. 0000-0002-3955-6597

K.B. 0000-0002-7527-6082

T.E.A.Z. 0000-0002-6836-4527

Submitted: 20.02.2025

Revision requested: 21.04.2025

Last revision received: 28.04.2025

Accepted: 29.04.2025

Published online: 23.06.2025

### Correspondence:

Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU

E-mail: [tubaedarpa@gmail.com](mailto:tubaedarpa@gmail.com)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.sscientificwebjournals.com>

### ÖZ

Bu çalışmada, yetişkin kadınlarda hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon, anksiyete ve stresin aracılık rollerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya, Gümüşhane ilinde ikamet eden 278 kadın katılmıştır. Veriler Demografik Bilgi Formu, UCLA Yalnızlık Ölçeği, Depresyon Anksiyete Stres Ölçeği (DASS-21) ve Hedonik Yeme Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Analizlerde Bağımsız Gruplar T Testi, Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı ve Paralel Aracılık Analizi (PROCESS Macro Model 4) yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma bulguları, hedonik yeme ile yalnızlık, depresyon, anksiyete ve stres arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Aracılık analizi sonuçlarına göre, depresyon ve anksiyete değişkenlerinin hedonik yeme ile yalnızlık arasındaki ilişkide anlamlı aracı roller üstlendiği, stresin ise aracı rolünün bulunmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, hedonik yemenin bireylerin psikolojik iyilik halleri ve yalnızlık eğilimleri üzerinde dolaylı etkiler yarattığını göstermekte olup, müdahale programlarının duygusal düzenleme becerilerini geliştirmeye odaklanması gerektiğine işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hedonik yeme, Yalnızlık, Depresyon, Anksiyete, Stres, Kadınlar

### ABSTRACT

**The mediating role of depression, anxiety and stress in the relationship between hedonic eating and loneliness in women**

This study aimed to examine the mediating roles of depression, anxiety, and stress in the relationship between hedonic eating and loneliness among adult women. The study sample consisted of 278 women residing in Gümüşhane, Turkey. Data were collected using a Demographic Information Form, the UCLA Loneliness Scale, the Depression Anxiety Stress Scale (DASS-21), and the Hedonic Eating Scale. Analyses were conducted using Independent Samples T-Test, One-Way Analysis of Variance (ANOVA), Pearson Product-Moment Correlation Coefficient, and Parallel Mediation Analysis (PROCESS Macro Model 4). The findings indicated that there were significant positive relationships between hedonic eating and loneliness, depression, anxiety, and stress. According to the results of the mediation analysis, depression and anxiety significantly mediated the relationship between hedonic eating and loneliness, whereas stress did not play a mediating role. These results suggest that hedonic eating exerts indirect effects on individuals' psychological well-being and tendencies toward loneliness, highlighting the need for intervention programs focused on enhancing emotional regulation skills.

**Keywords:** Hedonic eating, Loneliness, Depression, Anxiety, Stress, Women

## Giriş

Obezite oranları dünya genelinde salgın düzeyine ulaşmış olup, yaygınlığı artmaya devam etmektedir (World Obesity Federation, 2023). Güncel tahminlere göre dünya çapında yetişkin nüfusun yaklaşık %38'i 2030 yılına kadar aşırı kilolu ve %20'si obez olacaktır (Kelly ve ark., 2008). Türkiye için bu oran 2022 yılında %31.5'dir ve 2045 yılında %34.9'a ulaşması beklenmektedir (Obezite Tanı ve Tedavi Kılavuzu, 2024). Obezite, genetik, beslenme, fiziksel aktivite ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenen karmaşık bir durumdur (Rohde ve ark., 2019) ve bu nedenle besin alımı ile iştah davranışlarının oldukça karmaşık süreçler olduğuna dikkat edilmelidir. Açlık ve besin tüketimi, homeostatik ve hedonik açlık adı verilen iki farklı sistem tarafından düzenlenir. Homeostatik açlık, fizyolojik olarak enerji depolarının tükenmesiyle oluşan açlık durumu olarak tanımlanır (Yalçın ve ark., 2023). Hedonik açlık ise genellikle fizyolojik açlığın ötesinde besin tüketme isteği olup, aşırı ödül duyarlılığı, haz ve yemeğe yönelik dürtü ile karakterize edilen bir psikolojik faktördür (Lowe ve ark., 2009). Dolayısıyla hedonik açlıktan kaynaklanan yeme davranışını kontrolsüz bir yeme fenotipi olarak tanımlamak mümkündür. Kalori ihtiyacından ziyade zevk için yemek yemeye ilişkilendirilen hedonik yeme sonucu lezzetli ve yüksek enerjili yiyeceklerin tüketimi artar ve bu da kişinin günlük ihtiyacının ötesinde enerji alımına yol açabilir ve vücut ağırlığındaki artış obeziteye neden olabilir (Espel-Huynh ve ark., 2018; Yalçın ve ark., 2023).

Hedonik yeme, genellikle yüksek yağ, şeker ve tuz içerikleyle lezzetli hale getirilen ve dolayısıyla kalorisi yoğun olma eğiliminde olan son derece lezzetli yiyeceklerle karşı duyulan dürtüyle açıklanır (Espel-Huynh ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada hedonik yeme ve obezitenin dopamin reseptörlerini düzenleyen genetik varyantlarla ilişkili olduğu bulunmuştur (Aliasghari ve ark., 2021). Buna göre dopamin reseptör geni limbik dopaminerjik aktiviteyi azaltarak, hedonik yeme gibi ödül arayan davranışları arttırabilir. Hem insanlarda hem de hayvanlarda yapılan nörobiyolojik çalışmalar, genellikle yağ, tuz veya şeker oranı yüksek lezzetli bir gıda tüketildiğinde, beynin ödülle ilgili bölgelerindeki aktivasyonun arttığını ve bunun sonucunda dopamin salınımının ve mutluluk hissinin arttığını göstermektedir (Berthoud, 2012).

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde son yıllarda hedonik yeme ile ilgili çok sayıda çalışma yapıldığı dikkat çekmektedir. Araştırmalarda hedonik yemenin, yaş, cinsiyet, adet döngüsü, diyet kalıpları ve yiyecek ipuçlarına yanıt verme gibi bireysel farklılıklar dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenebileceği, ayrıca gıdanın tat, renk, aroma, doku ve hatta

işitsel ipuçları gibi duyuşal özelliklerinin, besin alımını düzenlemede önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Şarahman ve Akçil Ok, 2019). Bunlara ek olarak hedonik yemenin başta obezite ve uyumsuz yeme davranışları olmak üzere çok çeşitli olumsuz sağlık sonuçları ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur (Yassıbaş ve ark., 2024). Obezitenin yanı sıra hedonik yeme diyabet, kalp damar hastalıkları, hipertansiyon, obstrüktif uyku apnesi, bazı kanser türleri ve yağlı karaciğer hastalığına da katkıda bulunabilir (Şarahman ve Akçil Ok, 2019). Ayrıca gıda bağımlılığı, uyku kalitesi ve süresi, özsaygı, kendini damgalama, beden imajı bozuklukları, depresyon, kaygı, stres ve obsesif kompulsif semptomlar ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir (Jung ve ark., 2017; Mason ve ark., 2020; Akkaya ve ark., 2022).

Hedonik yeme davranışı, yiyeceklerin aşırı tüketimi nedeniyle reddedilme, damgalanma ve yalnızlık duyguları gibi psikososyal etkileri de beraberinde getirebilir. Bu kapsamda mevcut araştırmada incelenen bir diğer değişken yalnızlıktır. Sosyal izolasyonun psikolojik tezahürü olarak yalnızlık, bireyin sosyal temaslarının sıklığı ve yakınlığı veya sahip olduğu ilişkiler ile sahip olmak istediği ilişkiler arasındaki tutarsızlığa ilişkin deneyimlediği tatminsizliğin bir yansıması olarak kabul edilmektedir (Yamada ve Decety, 2009). Yalnızlık yetişkin popülasyonlar için yaygın ve küresel bir sorundur (Yanguas ve ark., 2018). Araştırmalarda yalnızlığın artan morbidite, mortalite ve daha yüksek kardiyovasküler hastalık riski, kötü uyku kalitesi, gündüz işlev bozukluğu (örn. düşük enerji, yorgunluk), daha düşük bilişsel performans, ruhsal bozukluklar gibi birçok hastalıkla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Cacioppo ve ark., 2014; Lodder ve ark., 2015). Literatürde ayrıca savunmasız grupların yalnızlığın etkilerine daha duyarlı olduğu vurgulanmıştır (Eres ve ark., 2021). Ancak konuyla ilgili alan yazın incelendiğinde hedonik yemenin yalnızlık üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda bu araştırma hedonik yeme, yalnızlık, depresyon, anksiyete ve stres arasındaki ilişkileri incelemek üzere gerçekleştirilmiştir.

Hedonik yeme, bireylerin ödül ve haz odaklı yeme davranışlarını niteleyen önemli bir psikolojik faktör olup, duygusal durumlar üzerindeki etkileri açısından incelenmeye değerdir. Bu çalışmada, hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon, anksiyete ve stresin aracı rolü araştırılarak, hedonik yemenin bireylerin psikososyal sağlıkları üzerindeki etkileri daha derinlemesine ele alınmaktadır. Hedonik yeme, özellikle depresyon ve anksiyete gibi duygusal güçlüklerle neden olabilirken, bu süreçlerin yalnızlıkla olan bağlantıları bireylerin genel iyilik hali üzerinde kritik sonuçlar doğurabilir.

Bu tür mekanizmaların anlaşılması, hedonik yeme davranışının kadınların yalnızlık eğilimi ve duygusal sağlığı üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca, yalnızlık, uyumsuz yeme ve psikolojik sağlık arasındaki ilişkileri ele almak, obezite ve yeme bozuklukları gibi ciddi sağlık sorunlarını önlemeye yönelik politikaların temelini oluşturabilir. Türk toplumunda bu dinamiklerin ele alınması, yerel literatürdeki boşlukları doldurmanın yanı sıra kadınların kültürel ve toplumsal bağlamdaki psikososyal deneyimlerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, araştırma sonuçları yalnızca bireysel düzeyde müdahale programlarının geliştirilmesine rehberlik etmekle kalmayacak, aynı zamanda toplum sağlığına yönelik farkındalık artırıcı çalışmalara da katkı sağlayacaktır.

## Materyal ve Metot

### Çalışma Deseni

Bu çalışmanın amacı yetişkin kadınlarda hedonik yeme ve yalnızlık düzeyleri arasındaki ilişkide psikolojik belirtilerin (depresyon, anksiyete, stres) paralel aracı rollerinin incelenmesidir. Bu kapsamda Şekil 1'deki model test edilmiştir.

### Çalışma Grubu

Kesitsel tasarım kullanılarak yürütülen bu araştırma Mart-Haziran 2024 tarihlerinde Gümüşhane ilinde ikamet eden 278 kadın ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılacak bireylerin seçiminde rastgele veya rastgele olmayan örnekleme zor olması durumlarında kullanılan kolayda örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmaya 18-42 yaş aralığında kadın katılımcılar dahil edilmiştir.

### Etik

Bu çalışma 1975 Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmaya başlamadan önce Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 21/02/2024 tarih ve 2024/2 sayılı etik kurul onayı alınmıştır.

### Veri Toplama Araçları

**Demografik Bilgi Formu:** Katılımcıların cinsiyet, yaş, günlük yaşantı içindeki duygu durumları, boş zaman etkinliklerinin yeterliliği, kronik hastalığı ve sürekli ilaç kullanma durumları ile gelir durumları hakkında öz bildirime dayalı veri elde etmek amacıyla hazırlanmış formdur.

**UCLA Yalnızlık Ölçeği:** Russell ve ark., (1978) tarafından geliştirilmiş ve Demir (1989) tarafından Türk kültürüne uyarlanmıştır. UCLA Yalnızlık Ölçeği 20 maddelik 4'lü likert tipinde derecelendirmeye göre düzenlenmiş bir ölçme aracıdır. Puanın yüksek olması yalnızlık seviyesinin yüksek olduğunu

göstermektedir. Ölçeğin Türkçeye uyarlama çalışmasında yapılan güvenirlik çalışmasında test-tekrar test güvenirliğini .94 olarak bulunmuştur. Ölçeğin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısının .96 olduğu belirtilmiştir (Demir, 1989). Bu çalışma kapsamında ölçeğin güvenirlik katsayısı .87 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

**Depresyon Anksiyete Stres Ölçeği (DASS 21):** DASS 21, Lovibond tarafından uygulama süresini kısaltmak amacıyla DASS-42'nin bazı maddeleri seçilerek oluşturulmuştur (Lovibond ve Lovibond, 1995). DASS 21 her bir alt ölçek için 7 madde içermektedir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Sariçam (2018) tarafından yapılmıştır. Güvenirlik analizi sonucunda Cronbach alfa iç tutarlılık katsayıları depresyon alt ölçeği için .87, anksiyete için .85 ve stres için .81 olarak bulunmuştur. Bu çalışma kapsamında DASS-21'in depresyon alt ölçeği için Cronbach alfa katsayısı .84 ve McDonald's omega katsayısı .85; anksiyete alt ölçeği için Cronbach alfa katsayısı .81 ve McDonald's omega katsayısı .82; stres alt ölçeği için ise Cronbach alfa ve McDonald's omega katsayıları .82 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

**Hedonik Yeme Ölçeği:** Hedonik Yeme Ölçeği (HYÖ) Atik, Neşe ve Yüce tarafından 2019 yılında geliştirilen ölçek 15 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte ters puanlanan madde bulunmamaktadır ve ölçek tek boyutludur. Ölçek toplam puan üzerinden değerlendirilmektedir ve herhangi bir kesme noktası bulunmamaktadır. Ölçek 5'li likert formatındadır. Ölçekten alınabilecek puanlar 15-75 aralığında değişmektedir. Yüksek puanlar daha yüksek hedonistik yeme davranışını göstermektedir. Ölçek için uygulanmış olan Cronbach Alfa, Spearman-Brown ve Guttman iç tutarlılık katsayıları 0.70'in üzerinde bulunmuştur (Atik ve ark., 2019). Bu çalışma kapsamında Hedonik Yeme Ölçeği için Cronbach alfa katsayısı .91 ve McDonald's omega katsayısı .92 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

### İstatistiksel Analizler

Verilerin analizlerine başlamadan önce kayıp değer, uç değer ve normallik varsayımları incelenmiştir. Araştırma kapsamında 286 kadın katılımcıya ulaşılmıştır, 8 bireyden elde edilen veriler uç değer barındırması nedeniyle veri setinden çıkarılmıştır. Veri setinde kayıp veri olmadığı tespit edilmiştir. Böylelikle araştırmanın istatistiksel analizleri 278 katılımcıdan elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir. Uç değerler atıldıktan sonra kalan verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiş ve Tablo 2'de görüldüğü üzere ölçeklerden elde edilen puanların normal dağılım varsayımını karşıladığı sonucuna varılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2019). Bu bağlamda tanımlayıcı istatistikler kapsamında demografik değişkenlere

göre hedonik yeme düzeyleri parametrik testler olan Bağımsız Gruplar T Testi ve Tek yönlü Varyans Analizi (anova) ile değerlendirilmiştir. Anova kapsamında elde edilen farkın hangi ortalamalar arasında meydana geldiğini belirlemek amacıyla Benferonni Post Hoc testinden yararlanılmıştır.

Değişkenler arası ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı analizi kullanılmıştır. Ardından hedonik yeme ve yalnızlık ilişkisinde psikolojik belirtilerin paralel aracılık rollerinin belirlenmesi amacıyla SPSS 24 programına eklenen Process Makrosu model 4 kullanılmıştır (Preacher ve Hayes, 2004). Aracılık analizinin anlamlılığının test edilmesinde örneklem büyüklüğü yeniden yapılandırılmış bootstrapt yöntemi ile %95 güven aralığında 5000 olarak test edilmiştir. Böylelikle yeniden örnekleme ile üretilen daha büyük veri setleri üzerinde analizler yapılarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir (Mackinnon ve ark., 2004).

## Bulgular ve Tartışma

Mevcut araştırma 278 kadın katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların yaşları 18 ile 42 arasında değişmekte olup yaşları ortalaması  $21.02 \pm 2.98$  olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların %63.3'ü boş zaman etkinliklerini yeterli görürken %36.7'si yetersiz olarak değerlendirmiştir. Ayrıca katılımcıların %13.7'si kronik bir hastalığı olduğunu, %19.4'ü ise sürekli olarak bir ilaç kullandığını beyan etmiştir. Son olarak araştırma grubunun %50'si gelirlerinin giderlerine eşit olduğunu, %32.4'ünün ise gelirlerinin giderlerinden az olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların demografik özellikleri ve hedonik yeme düzeyleriyle ilgili tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında katılımcıların kişisel özelliklerine göre hedonik yeme düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Katılımcıların boş zaman etkinliklerini yeterli bulma durumlarına göre hedonik yeme düzeylerinin anlamlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ( $t(276) = -2.82, p < .05$ ). Buna göre Tablo 1 incelendiğinde boş zaman etkinliklerini yetersiz olarak tanımlayanların ( $X = 48.02, SS = 10.42$ ) yeterli olarak tanımlayanlara ( $X = 44.50, SS = 9.20$ ) göre hedonik yeme düzeyi açısından daha yüksek bir ortalama puan bildirdikleri görülmektedir. Ek olarak bireylerin gelir düzeylerine göre hedonik yeme düzeyleri incelenmiş ve anlamlı düzeyde bir farklılık tespit edilmiştir ( $F(2,275) = 3.90, p < .05$ ). Buna göre gelirlerini giderlerinden fazla olarak belirtenlerin ( $X = 43.16, SS = 9.17$ ) gelirlerinin giderleriyle eşit ( $X = 47.21, SS = 9.95$ ) ve gelirlerinin giderlerinden az olduğunu bildirenlere göre ( $X = 47.92, SS = 10.54$ ) daha düşük bir hedonik yeme düzeyi belirttikleri bulunmuştur.

Son olarak katılımcıların kronik hastalık durumlarına ( $t(276) = 2.53, p < .05$ ) ve sürekli kullandıkları ilaçlarının olup olmaması durumuna göre de ( $t(276) = 2.32, p < .05$ ) hedonik yeme düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre Tablo 1'e bakıldığında katılımcılardan kronik bir hastalığı olanların ( $X = 50.55, SS = 10.07$ ) olmayanlara göre ( $X = 46.12, SS = 10.01$ ) ve sürekli hastalığı olduğunu bildirenlerin ( $X = 49.57, SS = 10.68$ ) sürekli hastalığı olmadığını bildirenlere göre ( $X = 46.04, SS = 9.88$ ) hedonik yeme düzeyi açısından daha yüksek bir ortalama puan belirttikleri tespit edilmiştir.

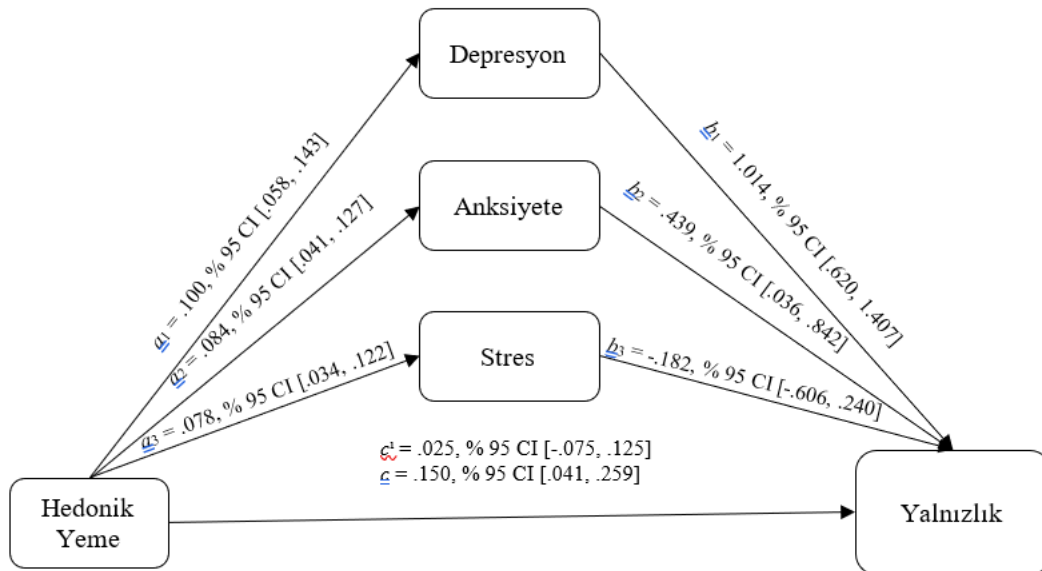
Çalışmadaki korelasyon ve değişkenlerin tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Demografik bilgiler ve tanımlayıcı istatistik bulguları  
**Table 1.** Demographic information and descriptive statistics findings

|                                                                                                    | N   | %    | Ort.  | SS    | İstatistik                   | $\eta^2$ | Fark       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-------|-------|------------------------------|----------|------------|
| <i>Boş zaman etkinliklerinizi nasıl değerlendirirsiniz?</i>                                        |     |      |       |       |                              |          |            |
| Yeterli <sup>1</sup>                                                                               | 102 | 36.7 | 44.50 | 9.20  | $t_{(276)} = -2.82, p<.05$   | .03      | 2>1        |
| Yetersiz <sup>2</sup>                                                                              | 176 | 63.3 | 48.02 | 10.42 |                              |          |            |
| <i>Kronik bir hastalığınız var mı?</i>                                                             |     |      |       |       |                              |          |            |
| Evet <sup>1</sup>                                                                                  | 38  | 13.7 | 50.55 | 10.07 | $t_{(276)} = 2.53, p<.05$    | .02      | 1>2        |
| Hayır <sup>2</sup>                                                                                 | 240 | 86.3 | 46.12 | 10.01 |                              |          |            |
| <i>Sürekli kullandığınız bir ilaç var mı?</i>                                                      |     |      |       |       |                              |          |            |
| Evet <sup>1</sup>                                                                                  | 54  | 19.4 | 49.57 | 10.68 | $t_{(276)} = 2.32, p<.05$    | .02      | 1>2        |
| Hayır <sup>2</sup>                                                                                 | 224 | 80.6 | 46.04 | 9.88  |                              |          |            |
| <i>Gelir durumunuzu nasıl değerlendiriyorsunuz?</i>                                                |     |      |       |       |                              |          |            |
| Gelir Giderden Fazla <sup>1</sup>                                                                  | 49  | 17.6 | 43.16 | 9.17  | $F_{(2,275)} = 3.90, p< .05$ | .03      | 1<2<br>1<3 |
| Gelir Gidere Eşit <sup>2</sup>                                                                     | 139 | 50.0 | 47.21 | 9.95  |                              |          |            |
| Gelir Giderden Az <sup>3</sup>                                                                     | 90  | 32.4 | 47.92 | 10.54 |                              |          |            |
| N =278 Kadın; Yaş = 18 <sub>Min</sub> - 42 <sub>Maks</sub> ; Yaş <sub>Ort</sub> = 21.02 (SS= 2.98) |     |      |       |       |                              |          |            |

**Tablo 2.** Değişkenler arası ilişkiler ve tanımlayıcı bulgular**Table 2.** Relationships between variables and descriptive

|                               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) Hedonik Yeme              | 1     | .27** | .23** | .21** | .16** |
| (2) Depresyon                 |       | 1     | .67** | .72** | .48** |
| (3) Anksiyete                 |       |       | 1     | .74** | .40** |
| (4) Stres                     |       |       |       | 1     | .35** |
| (5) Yalnızlık                 |       |       |       |       | 1     |
| Ortalama                      | 46.73 | 14.38 | 13.38 | 15.56 | 40.05 |
| SS                            | 10.12 | 3.78  | 3.79  | 3.82  | 9.43  |
| Min.                          | 15.00 | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 23.00 |
| Maks.                         | 72.00 | 26.00 | 26.00 | 27.00 | 61.00 |
| Basıklık                      | -.12  | .26   | .09   | .02   | -.97  |
| Çarpıklık                     | .16   | .59   | .60   | .39   | .08   |
| Cronbach Alfa ( $\alpha$ )    | .91   | .84   | .81   | .82   | .87   |
| McDonald's Omega ( $\omega$ ) | .92   | .85   | .82   | .82   | .87   |

\*\*  $p < .01$ **Şekil 1.** Toplam ve doğrudan etkiler**Figure 1.** Total and direct effects

Tablo 2 incelendiğinde hedonik yeme ile yalnızlık ( $r = .16$ ,  $p < .01$ ), depresyon ( $r = .27$ ,  $p < .01$ ), anksiyete ( $r = .23$ ,  $p < .01$ ) ve stres ( $r = .21$ ,  $p < .01$ ) arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Aracı modele yönelik doğrudan ve toplam etkileri inceleyen regresyon analizi sonuçları Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1’de sunulan standardize edilmemiş regresyon yol katsayıları incelendiğinde hedonik yeme düzeyinin depresyon ( $a_1 = .100$ , % 95 CI [.058, .143]), anksiyete ( $a_2 = .084$ , % 95

CI [.041, .127]) ve stres ( $a_3 = .078$ , % 95 CI [.034, .122]) üzerindeki doğrudan etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer taraftan depresyonun ( $b_1 = 1.014$ , % 95 CI [.620, 1.407]) ve anksiyetenin ( $b_2 = .439$ , % 95 CI [.036, .842]) yalnızlık üzerindeki doğrudan etkisinin anlamlı, stresin ise ( $b_3 = -.182$ , % 95 CI [-.606, .240]) istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Son olarak hedonik yeme düzeyinin yalnızlık üzerindeki doğrudan etkisinin istatistiksel olarak anlamsız ( $c^1 = .025$ , % 95 CI [-.075, .125]), toplam etkisinin ise anlamlı olduğu ( $c = .150$ , % 95 CI [.041, .259]) tespit edilmiştir.

Doğrudan etkilerin ardından katılımcıların hedonik yeme ile yalnızlık düzeyleri arasında psikolojik belirtilerin aracı rollerinin tespit edilmesi amacıyla %95 güven aralığında dolaylı etkilerinin aracı rolleri incelenmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların hedonik yeme ve yalnızlık düzeyleri ilişkisinde bireylerin depresyon ( $ab = .102$ , SH= .031, %95 CI [.046, .168]) ve anksiyete düzeylerinin ( $ab = .037$ , SH= .021, %95 CI [.002, .085]) dolaylı etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Başka bir deyişle hedonik yeme ve yalnızlık arasındaki ilişkide depresyon ve anksiyete düzeylerinin aracılık ettiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan stres düzeylerinin dolaylı etkisinin anlamsız olduğu ( $ab = -.014$ , SH= .018, %95 CI [-.053, .019]), stresin hedonik yeme ve yalnızlık arasında aracı rol oynamadığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, bu sonuçların alan yazınla tutarlılığı ve olası açıklamaları aşağıda tartışılmaktadır.

Hedonik yeme, depresyon, anksiyete, stres ve yalnızlık arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla gerçekleştirilen mevcut

çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler, boş zaman etkinliklerini yetersiz olarak tanımlayan katılımcıların hedonik yeme düzeylerinin, boş zaman etkinliklerini yeterli olarak tanımlayanlara kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, boş zaman etkinliklerinden duyulan memnuniyetsizliğin, bireyleri yiyecek tüketimi yoluyla telafi arayışına yöneltebileceğini düşündürmektedir. Başka bir deyişle, boş zaman etkinliklerini yetersiz bulan bireyler, keyif verici ve ödüllendirici bir deneyim arayışında olabilirler. Bu durum, yiyecek tüketimini bir telafi mekanizması olarak kullanmalarına yol açabilir. Literatürde bu iki değişken arasındaki ilişkileri inceleyen bir araştırma olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, boş zaman etkinliklerinden duyulan doyumun bireylerin genel yaşam memnuniyeti ve psikolojik iyi oluşu üzerindeki etkisi önceki araştırmalarda bildirilmiştir (Jung ve ark., 2017; Rodríguez-Bravo ve ark., 2020). Bu nedenle, boş zaman etkinliklerinin niteliği ve bireylerin bu etkinliklerden tatmin olma düzeylerinin hedonik yemeyi etkileyebilecek önemli faktörler olduğu ifade edilebilir.

Gelir durumuna ilişkin analizler, gelirlerini giderlerinden fazla olarak belirten katılımcıların hedonik yeme düzeylerinin daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, ekonomik refahın hedonik yeme üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Gelir düzeyi, bireylerin tatmin kaynaklarına daha geniş erişim sağlamasına olanak tanıyarak, yiyeceği birincil ödül kaynağı olarak kullanma ihtiyacını azaltabilir. Alan yazında mevcut çalışmanın sonuçlarının karşılaştırılabileceği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte literatürde, ekonomik stresin duygusal yeme üzerindeki etkileri iyi bir şekilde belgelenmiştir (Rosenqvist ve ark., 2022). Bu bilgiler doğrultusunda düşük gelir düzeyinin, uyumsuz yeme gibi işlevsiz başa çıkma stratejilerini tetikleyebildiği söylenebilir.

Tablo 3. Dolaylı Etkiler

Table 3. Indirect Effects

| Aracı modeller                       | ab    | S.H. | % 95 Güven Aralığı |      |
|--------------------------------------|-------|------|--------------------|------|
|                                      |       |      | LL                 | UL   |
| Hedonik Yeme → Depresyon → Yalnızlık | .102  | .031 | .046               | .168 |
| Hedonik Yeme → Anksiyete → Yalnızlık | .037  | .021 | .002               | .085 |
| Hedonik Yeme → Stres → Yalnızlık     | -.014 | .018 | -.053              | .019 |

Kronik hastalıklar, hedonik yeme üzerinde etkili bir faktör olarak bulunmuştur. Kronik bir hastalığı olan katılımcıların hedonik yeme düzeyleri, kronik hastalığı olmayanlara kıyasla anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca, sürekli hastalığı olduğunu bildiren bireylerin hedonik yeme düzeyleri, bu tür bir hastalığı olmadığını belirten bireylere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, kronik hastalıkların ve sürekli sağlık sorunlarının, bireylerin yiyecek tüketimi üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkilerine işaret etmektedir. Literatürde bu değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyen sınırlı sayıda araştırma vardır. Üniversite öğrencilerinde hedonik yeme ve ilişkili faktörleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada kronik hastalıklar ve sürekli ilaç kullanımı hedonik yeme ile ilişkili bulunmuştur (Ergen ve ark., 2023). Bununla birlikte bu tür sorunlar bireylerin yaşam kalitesini ve genel ruh hallerini etkileyebilir (Erşan ve ark., 2013). Bu durum, bireylerin yiyecek tüketimini bir tür ödül mekanizması ya da stres azaltma stratejisi olarak kullanmalarına yol açabilir. Ek olarak kronik hastalığı olan bireyler, diyet kısıtlamalarına daha sık maruz kalabilir. Bu kısıtlamalar, yiyecekler olan arzusun artmasına ve hedonik açlığın yükselmesine yol açabilir. Nitekim yapılan bir çalışmada uzun süredir diyet uygulayan bireylerin hedonik açlık seviyesi, herhangi bir diyet uygulamayan bireylere göre daha yüksek bulunmuştur (Şarahman ve Akçil Ok, 2019). Bu bireylerin besin ipuçlarına karşı duyarlılık göstermesi hedonik yeme davranışına yatkınlık oluşturabilir.

Korelasyon analizleri, hedonik yeme ile yalnızlık, depresyon, anksiyete ve stres arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Önceki çalışmalar da bu bulguyla tutarlı sonuçlar ortaya koymuştur (Mason ve ark., 2020; Yalçın ve ark., 2023). Literatürde depresyon ve anksiyete dahil olmak üzere olumsuz duygusal semptomların artan uyumsuz yeme davranışlarıyla ilişkili olduğunu bildirmektedir (Jung ve ark., 2017). Yiyeceklerin olumsuz duygular için bir başa çıkma mekanizması olarak kullanılması mümkündür, bu da zamanla yiyeceğe aşırı tepki vermeye yol açabilir.

Stres, depresyon ve kaygı gibi olumsuz duygular, hedonik sistemin önemli bir parçasıdır (Yalçın ve ark., 2023). Önceki araştırmalar da depresyon ve kaygının hedonik yeme ve uyumsuz yeme davranışı ile bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (Jung ve ark., 2017; Mason ve ark., 2020). Ayrıca yiyecek tüketiminin fizyolojik ve davranışsal stres tepkileri üzerinde sakinleştirici bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Tomiya, 2019). Yüksek enerjili yiyecekler tüketmek nörotransmitter sistemleri ve hormonlar aracılığıyla ruh halini olumlu yönde etkilemektedir (Alonso-Alonso ve ark., 2015). Dahası, yiyeceklerin tadı, hoş hisler uyandırarak duygusal durum üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Yağ ve şeker oranı

yüksek yiyecekler de rahatlık hissine katkıda bulunmaktadır (Wheatley ve Whitaker, 2019). Bu bulgular, olumsuz duygusal durumlarla başa çıkmada yiyecek tüketiminin kısa vadeli bir rahatlama stratejisi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Sosyal bağlantı ihtiyacı insan doğasının temelidir, dolayısıyla bu ihtiyacın karşılanmaması olumsuz zihinsel ve fiziksel sağlık sonuçlarına yol açabilir (Hawkey ve Cacioppo, 2010). Mevcut araştırma sonuçları da yalnızlığın, hedonik yeme ile ilişkili bir faktör olduğunu doğrulamaktadır. Örneğin yapılan bir çalışmada daha yüksek düzeyde açlık hisseden kadınların daha yalnız olduğu belirlenmiştir (Jaremka ve ark., 2015). Ayrıca, olumlu duyguların ve sosyal bağlantıların eksikliği, düşük besin değerine sahip tatlı yiyeceklerle yönelik özlem ve bu tür yiyeceklerin aşırı tüketimi gibi telafi edici ödül arayışına dayalı davranışlarla ilişkilendirilmiştir (Doan ve ark., 2022). Bu bağlamda yeme davranışı, yalnızlığın ve diğer sosyal kopukluk biçimlerinin sağlığı etkileyebileceği potansiyel yollardan biri olabilir. Bu bulgular, yalnızlık ve hedonik yeme arasındaki ilişkilere yönelik biyolojik ve psikososyal mekanizmaların daha ayrıntılı olarak tartışılmasını gerektirmektedir.

Yalnızlık, sosyal izolasyon ve hedonik yeme arasındaki ilişkiyi anlamlandırmak için biyolojik ve psikososyal mekanizmalar dikkate alınmalıdır. Sosyal Belirleyiciler Teorisi'ne göre, bireylerin sosyal çevresi, yaşam kalitesi ve sağlık davranışları üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Hawkey ve Cacioppo, 2010). Yetersiz sosyal ilişkiler ve yalnızlık deneyimi, bireylerde olumsuz duygudurumların artmasına ve sağlıksız başa çıkma stratejilerinin (örneğin hedonik yeme) devreye girmesine neden olabilir. Ayrıca nörobiyolojik açıdan bakıldığında, dopamin ödül sistemi de bu ilişkilerde kritik bir rol oynamaktadır. Dopamin sistemi, haz ve ödül deneyimlerinin işlenmesinde merkezi bir mekanizma olup, sosyal etkileşimler yoluyla aktive olur (Berthoud, 2012). Ancak yalnızlık ve sosyal izolasyon durumlarında, sosyal ödüller azalmakta; bu da bireylerin haz ihtiyacını alternatif yollarla, örneğin yüksek kalorili yiyecek tüketimiyle telafi etmeye çalışmalarına neden olabilmektedir. Dopamin salınımı yiyecek tüketimi sırasında da artmakta, birey geçici olarak olumlu duygular hissetmekte, ancak bu durum uzun vadede yalnızlık ve psikolojik belirtilerin daha da derinleşmesine yol açabilmektedir. Bu bağlamda hedonik yeme, yalnızlıktan kaynaklanan ödül eksikliğini kısa süreli telafi etmeye yönelik biyolojik ve psikososyal bir adaptasyon stratejisi olarak değerlendirilebilir.

Aracılık analizleri sonucunda hedonik yeme ve yalnızlık eğilimleri arasındaki ilişkide depresyon ve anksiyete düzeylerinin aracı rol üstlendiği tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre, hedonik yeme, depresyon ve anksiyete arasındaki karmaşık ilişkiler, yalnızlık hissini derinleştiren bir döngüye işaret etmektedir. Hedonik yeme, zevk için yemek yeme isteğini yansıtır ve ipuçları (örn. yiyecek) ile ödüllendirici sonuçlar (örn. yemekten alınan zevk) arasındaki tekrarlanan ilişkilerden kaynaklanan dürtüsel bir süreç olarak görülebilir (Mead ve ark., 2021). Kişiler, kısa vadeli zevkler (örneğin, aşırı yemek yeme veya diğer bağımlılık yapıcı davranışlar) ve anlık tatminlere yöneldiği için, uzun vadeli tatmin ve duygusal iyilik hali zayıflayabilir. Bu tür bir haz arayışı, bireylerin daha derin, kalıcı tatmin duygularını bulmalarını engelleyebilir ve bu da depresif bir ruh haline yol açabilir. Ayrıca, hedonik açlık, dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterlerin dengesini bozarak, depresyon ve anksiyeteyi daha da şiddetlendirebilir. Dopamin, ödüllendirici davranışları ve haz duygularını düzenlerken, serotonin ruh hali ve kaygı düzeylerinde önemli bir rol oynar. Bu iki sistemin dengesizliği, hem depresyon hem de anksiyetenin gelişimine zemin hazırlayabilir (Aliasghari ve ark., 2021). Bu tür ruhsal sorunlar da bireyin sosyal etkileşimlerden uzaklaşmasına ve sosyal izolasyona neden olabilir (Luo, 2023). Akkaya ve ark., (2022) çalışmalarında, hedonik açlığın, duygusal iyilik hali üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ve depresif ruh haline katkıda bulunabileceğini belirtmiştir. Ackermans (2022), hedonik ve duygusal yemenin anksiyete ve depresyonla ilişkisini incelemiş ve aşırı yeme gibi davranışların bireylerin ruhsal durumlarını kötüleştirdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, hedonik yeme tek başına depresyon ve anksiyete gibi ruhsal bozuklukların nedeni olmasa da, bu durumlar arasında güçlü bir ilişki bulunabilir. Hem hedonik yeme hem de depresyon ve anksiyete, birbiriyle etkileşimde bulunarak bireylerin psikolojik iyilik halini olumsuz etkileyebilir ve yalnızlık eğilimini arttırabilir. Buna ek olarak hedonik yeme olumsuz beden imajı, uyku sorunları gibi nedenlerle depresyon ve anksiyeteyi tetikleyerek, yalnızlık ve sosyal izolasyonu arttıran bir döngü yaratıyor olabilir. Örneğin bir çalışmada hedonik yeme eğilimi arttıkça vücut kitle indeksinin de arttığı ve hedonik açlığın obezite riski için anlamlı bir yordayıcı olduğu belirlenmiştir (Yassıbaş ve ark., 2024). Bu bağlamda hedonik yeme davranışının, bireylerin hem biyolojik hem de psikososyal süreçlerini etkileyen karmaşık bir olgu olduğunu söylemek mümkündür. Özetle hedonik yeme, depresyon ve anksiyetenin şiddetlenmesine yol açabilirken, bu ruhsal sorunlarla birlikte hareket ederek yalnızlık ve sosyal izolasyon gibi psikososyal sorunları da derinleştirebilmektedir.

Son olarak analiz sonuçları, stresin bireylerin hedonik yeme ve yalnızlık düzeyleri arasındaki ilişkide aracı bir rol oynamadığını göstermiştir. Bu bulgu, stresin daha çok genel bir psikolojik yanıt örüntüsü oluşturmasına karşın, yalnızlık ve hedonik yeme gibi daha özgül duygusal süreçlerde depresyon ve anksiyete kadar etkili olmayabileceği yönündeki literatürle uyumludur (Epel ve ark., 2018). Özellikle stres yanıtı, bireyin akut ya da kronik baskı altında hissetmesiyle ortaya çıkan geniş kapsamlı fizyolojik ve psikolojik değişimleri kapsamakta; dolayısıyla spesifik davranışsal çıktılar (örneğin hedonik yeme) üzerindeki etkisi dolaylı ve sınırlı kalabilmektedir. Ayrıca stres, bireylerin sosyal ilişki arayışlarını azaltmaktan çok, mevcut stresörlere yönelik mücadele stratejilerini aktive edebilir. Bu durum yalnızlık duygusu üzerinde depresyon ve anksiyete kadar doğrudan bir etkisinin oluşmamasına yol açmış olabilir. Öte yandan kültürel faktörler de bu sonucu etkileyebilir. Türkiye gibi topluluk temelli kültürlerde, stres deneyimi daha fazla sosyal destek arayışını tetikleyebilirken, yalnızlık gibi bireysel duygusal tepkiler üzerinde sınırlı etkiye sahip olabilir. Bu nedenlerle, stresin doğrudan yalnızlığa ya da hedonik yeme davranışına aracılık etmeyip, daha farklı mekanizmalar üzerinden dolaylı etkiler yaratabileceği söylenebilir.

### Sınırlamalar

Bireylerin psikolojik iyilik halini ve fiziksel sağlığını etkileyen önemli değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bu çalışma önemli sonuçlara sahiptir. Ancak her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle bu araştırma Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan bir şehirde yürütülmüştür, ancak farklı kültürlerle sahip başka şehirlerde vardır. Ayrıca araştırma klinik olmayan bir örneklem üzerinde yürütülmüş olup, çalışma grubunu kadınlar oluşturmaktadır, bu kapsamda araştırma bulguları erkeklerde hedonik yeme davranışına ilişkin bilgiler içermemektedir. Son olarak araştırma tasarımı kesitseldir ve neden-sonuç ilişkisine dair bir çıkarım yapılamamaktadır.

### Sonuç

Bu araştırma, hedonik yeme, yalnızlık, depresyon, anksiyete ve stres arasındaki ilişkileri inceleyerek önemli bulgular ortaya koymuştur. Araştırma sonuçları, boş zaman etkinliklerinden duyulan memnuniyet, ekonomik durum ve kronik sağlık problemleri gibi bireysel faktörlerin hedonik yeme davranışını etkileyebileceğini göstermiştir. Ek olarak hedonik yeme ile yalnızlık, stres, depresyon ve anksiyete arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre hedonik yeme, depresyon ve anksiyete birlikte hareket ederek yalnızlığa neden olan bir döngü oluştu-

rabilmektedir. Bu bulgular ışığında, hedonik yeme davranışını azaltmak ve bireylerin psikolojik iyi oluşlarını artırmak için bir dizi öneri sunulabilir. İlk olarak, bireylerin boş zaman etkinliklerinden duydukları tatmini artırmaya yönelik sosyal ve kültürel programlar oluşturulmalıdır. İkinci olarak, ekonomik zorlukların bireylerin duygusal başa çıkma stratejilerini etkilediği göz önüne alınarak, düşük gelir gruplarına yönelik psikososyal destek hizmetleri sağlanmalıdır. Kronik hastalığı olan bireyler için de, hedonik yeme davranışını önlemeye yönelik psikoeğitim programları ve sağlıklı beslenme alışkanlıkları geliştirmek üzere sağlık danışmanlığı hizmetleri oluşturulmalıdır. Ayrıca, yalnızlık, depresyon ve anksiyeteyi hedefleyen müdahale programları, bireylerin hem duygusal hem de davranışsal düzenleme becerilerini geliştirmeye odaklanabilir. Örneğin, uyumsuz yeme ve yalnızlıkla başa çıkma stratejilerini içeren psikoterapi yöntemleri yaygınlaştırılabilir. Son olarak, gelecekteki araştırmalarda, hedonik yeme ve diğer psikososyal değişkenler arasındaki ilişkilerin daha ayrıntılı şekilde ele alınması, farklı demografik gruplar üzerinde çalışılarak bulguların genellenebilirliğinin artırılması önerilmektedir.

#### Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 21/02/2024 tarih ve 2024/2 sayılı etik kurul onayı alınmıştır.

**Veri erişilebilirliği:** Kullanılan veriler gizlidir.

**Finansal destek:** -

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

#### Kaynaklar

**Açık, M., Bozdağ, A.N.S., Çakiroğlu, F.P. (2021).** The quality and duration of sleep are related to hedonic hunger: a cross-sectional study in university students. *Sleep and Biological Rhythms*, 19, 163–172.

<https://doi.org/10.1007/s41105-020-00303-8>

**Ackermans, M.A., Jonker, N.C., Bennik, E.C., de Jong, P.J. (2022).** Hunger increases negative and decreases positive emotions in women with a healthy weight. *Appetite*, 168, 1–7.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105746>

**Akkaya, K.U., Uslu, B., Özcan, B.A. (2022).** The relationship of hedonic hunger with depression and physical activity in students of faculty of health sciences. *Topics in Clinical Nutrition*, 37(1), 33–40.

<https://doi.org/10.1097/TIN.0000000000000267>

**Aliasghari, F., Nazm, S.A., Yasari, S., Mahdavi, R., Bonyadi, M. (2021).** Associations of the ANKK1 and DRD2 gene polymorphisms with overweight, obesity and hedonic hunger among women from the Northwest of Iran. *Eating and Weight Disorders*, 26(1), 305–312.

<https://doi.org/10.1007/s40519-020-00851-5>

**Alonso-Alonso, M., Woods, S.C., Pelchat, M., Grigson, P.S., Stice, E., Farooqi, S. et al. (2015).** Food reward system: current perspectives and future research needs. *Nutr. Rev.*, 73, 296–307.

<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv002>

**Atik, D., Neşe, A., Özcan Yüce, U. (2019).** Scale development study: Hedonistic Eating Scale. *Acta Medica Antalya*, 3(2), 147–153.

<https://doi.org/10.30565/medalanya.545200>

**Berthoud, H.R. (2012).** The neurobiology of food intake in an obesogenic environment. *Proc Nutr Soc*, 71, 478–487.

<https://doi.org/10.1017/S0029665112000602>

**Cacioppo, S., Capitanio, J.P., Cacioppo, J.T. (2014).** Toward a neurology of loneliness. *Psychological Bulletin*, 140(6), 1464–1504.

<https://doi.org/10.1037/a0037618>

**Demir, A. (1989).** Validity and reliability of the UCLA loneliness scale. *Turkish Journal of Psychology*, 7(23), 14–18.

**Doan, S. N., Xie, B., Zhou, Y., Lei, X., Reynolds, K. D. (2022).** Loneliness and cravings for sugar-sweetened beverages among adolescents. *Pediatr. Obes.*, 17, 1–8.

<https://doi.org/10.1111/ijpo.12834>

**Epel, E.S., Crosswell, A.D., Mayer, S.E., Prather, A.A., Slavich, G.M., Puterman, E., Mendes, W.B. (2018).** More than a feeling: A unified view of stress measurement for population science. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 49, 146–169.

<https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2018.03.001>

**Eres, R., Lim, M.H., Lanham, S., Jillard, C., Bates, G.**

(2021). Loneliness and emotion regulation: implications of having social anxiety disorder. *Australian Journal of Psychology*, 73(1), 46–56.  
<https://doi.org/10.1080/00049530.2021.1904498>

Ergen, D., Dokumacıoğlu, E., Yıldız, N. (2023). Beslenme ve diyetetik öğrencilerinin hedonik açlık durumlarının değerlendirilmesi: Artvin Çoruh Üniversitesi Örneği. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 15–22.  
<https://doi.org/10.48124/husagbilder.1159791>

Ersan, E.E., Kelleci, M., Bakay, B.B. (2013). Kalp Hastalığında Psikososyal Uyum, Depresyon, Anksiyete ve Stres Düzeylerine Bir Bakış. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 16(4), 214–224.

Espel-Huynh, H., Muratore, A., Lowe, M. (2018). A narrative review of the construct of hedonic hunger and its measurement by the Power of Food Scale. *Obesity Sci Practice*, 4, 238–249.  
<https://doi.org/10.1002/osp4.161>

Hawkey, L.C., Cacioppo, J.T. (2010). Loneliness matters: a theoretical and empirical review of consequences and mechanisms. *Annals of Behavioral Medicine*, 40, 218–227.  
<https://doi.org/10.1007/s12160-010-9210-8>

Jaremka, L.M., Fagundes, C.P., Peng, J., Belury, M.A., Andridge, R.R., Malarkey, W.B., Kiecolt-Glaser, J.K. (2015). Loneliness predicts postprandial ghrelin and hunger in women. *Hormones and Behavior*, 70, 57–63.  
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.01.011>

Jung, J.Y., Kim, K.H., Woo, H.Y., Shin, D.W., Shin, Y.C., Oh, K.S., Lim, S.W. (2017). Binge eating is associated with trait anxiety in Korean adolescent girls: A cross sectional study. *BMC Women's Health*, 17(8), 1–8.  
<https://doi.org/10.1186/s12905-017-0364-4>

Kelly, T., Yang, W., Chen, C.S., Reynolds, K., He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity*, 32(9), 1431–1437.  
<https://doi.org/10.1038/ijo.2008.102>

Lodder, G.M.A., Scholte, R.H.J., Goossens, L., Verhagen, M. (2015). Loneliness in early adolescence: friendship quantity, friendship quality, and dyadic processes. *J. Clin. Child Adolesc. Psychol.*, 46(5), 709–720.  
<https://doi.org/10.1080/15374416.2015.1070352>

Lovibond, S.H., Lovibond, P.F. (1995). Manual for the Depression Anxiety Stress Scale. Sydney: Psychology Foundation of Australia.  
<https://doi.org/10.1037/t01004-000>

Lowe, M.R., Butryn, M.L., Didie, E.R., Annunziato, R.A., Thomas, J.G., Crerand, C.E., Halford, J. (2009). The Power of Food Scale. A new measure of the psychological influence of the food environment. *Appetite*, 53(1), 114–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.05.016>

Luo, M. (2023). Social isolation, loneliness, and depressive symptoms: a twelve-year population study of temporal dynamics. *The Journals of Gerontology: Series B*, 78(2), 280–290.  
<https://doi.org/10.1093/geronb/gbac174>

Mackinnon, D.P., Lockwood, C.M., Williams, J. (2004). Confidence limits for the indirect effect: Distribution of the product and resampling methods. *Multivariate Behavioral Research*, 39(1), 99–128.  
[https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3901\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3901_4)

Mason, T.B., Dunton, G.F., Gearhardt, A.N., Leventhal, A.M. (2020). Emotional disorder symptoms, anhedonia, and negative urgency as predictors of hedonic hunger in adolescents. *Eating Behaviors*, 36, 1–6.  
<https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2019.101343>

Mead, B.R., Boyland, E.J., Christiansen, P., Halford, J.C., Jebb, S.A., Ahern, A.L. (2021). Associations between hedonic hunger and BMI during a two-year behavioural weight loss trial. *PloS One*, 16(6), 1–13.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252110>

Obezite Tanı ve Tedavi Kılavuzu, 2024. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. Erişimlink: <https://file.temd.org.tr/Uploads/publications/guides/documents/obezitetanitedavikilavuzu-2024.pdf>

Preacher, K.J., Hayes, A.F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior Research Methods, Instruments, Computers*, 36(4), 717–731.  
<https://doi.org/10.3758/BF03206553>

Rodríguez-Bravo, A.E., De-Juanas, Á., García-Castilla, F.J. (2020). Effect of physical-sports leisure activities on young people's psychological wellbeing. *Frontiers in Psychology*, 11, 1–9.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.543951>

**Rohde, K., Keller, M., la Cour, P.L., Blüher, M., Kovacs, P., Böttcher, Y. (2019).** Genetics and epigenetics in obesity. *Metabolism*, 92, 37–50.

<https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.10.007>

**Rosenqvist, E., Kiviruusu, O., Konttinen, H. (2022).** The associations of socioeconomic status and financial strain with restrained and emotional eating among 42-year-old women and men. *Appetite*, 169, 1–7.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105795>

**Russell, D., Peplau, L.A., Ferguson, M.L. (1978).** Developing a measure of loneliness. *Journal of Personality Assessment*, 42(3), 290–294.

[https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4203\\_11](https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4203_11)

**Şarahman, C., Akçil Ok, M. (2019).** Investigation of the relationship between hedonic status of adult individuals and food craving, impulsivity and self-esteem status. *Journal of Traditional Medical Complementary Therapies*, 2(2), 71–82.

<https://doi.org/10.5336/jtracom.2019-66520>

**Sarıçam, H. (2018).** The psychometric properties of Turkish version of depression anxiety stress scale-21 (DASS-21) in health control and clinical samples. *Journal of Cognitive Behavioral Psychotherapy and Research*, 7(1), 19–30.

<https://doi.org/10.5455/JCBPR.274847>

**Tabachnick, B., Fidell, L. (2019).** Using multivariate statistics title: using multivariate statistics. In *Pearson Education* (6th ed., Vol. 5). USA: Pearson.

**Tomiyama, A.J. (2019).** Stress and Obesity. *Annual Review of Psychology*, 70, 703–718.

<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102936>

**Wheatley, S.D., Whitaker, M.J.G. (2019).** Why do people overeat? Hunger, psychological eating and type 2 diabetes. *Practical Diabetes*, 36(4), 136–139.

<https://doi.org/10.1002/pdi.2232>

**Yalçın, T., Ayyıldız, F., Yılmaz, M.V., Asil, E. (2023).** Relationship of perceived depression, stress, anxiety levels and hedonic hunger. *International Journal of Obesity*, 47(8), 717–723.

<https://doi.org/10.1038/s41366-023-01315-3>

**Yamada, M., Decety, J. (2009).** Unconscious affective processing and empathy: An investigation of subliminal priming on the detection of painful facial expressions. *Pain*, 143(1), 71–75.

<https://doi.org/10.1016/j.pain.2009.01.028>

**Yanguas, J., Pinazo-Henandis, S., Tarazona-Santabalbina, F.J. (2018).** The complexity of loneliness. *Acta Biomedica*, 89(2), 302–314.

**Yassıbaş, E., Bölükbaşı, H., Turan, İ.E., Demirel, A.M., Gürler, E. (2024).** Hedonic hunger, food addiction, and night eating syndrome triangle in adolescents and its relationship with body mass index. *Journal of Eating Disorders*, 12(25), 1–8.

<https://doi.org/10.1186/s40337-024-00980-7>

**World Obesity Federation.** World Obesity Atlas 2023. Available from:

<https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023>

## Spirulina: Yetişkinler ve sporcular için besin desteği potansiyeli – literatür taraması

Gökçen ORAK, Eren CANBOLAT

### Cite this article as:

Orak, G., Canbolat, E. (2025). Spirulina: Yetişkinler ve sporcular için besin desteği potansiyeli – literatür taraması. *Food and Health*, 11(3), 279-292. <https://doi.org/10.3153/FH25024>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

G.O. 0009-0009-3368-5329

E.C. 0000-0001-6250-2303

Submitted: 06.03.2024

Revision requested: 21.04.2025

Last revision received: 29.04.2025

Accepted: 15.05.2025

Published online: 23.06.2025

### Correspondence:

Gökçen ORAK

E-mail: [gokcenorak@gmail.com](mailto:gokcenorak@gmail.com)



© 2025 The Author(s)

Available online at  
<http://jfh.sciencwebjournals.com>

### ÖZ

Siyanobakteriler grubunda yer alan Spirulina, yüksek protein içeriği, esansiyel amino asitler ve zengin mikro besin profili ile öne çıkan fonksiyonel bir besindir. Antioksidan, anti-inflamatuar, bağışıklık düzenleyici, antikanserijen ve antiviral özelliklere sahip olan Spirulina, malnütrisyon, obezite, diyabet, ağır metal toksisitesi ve anemi gibi sağlık sorunlarının yönetiminde önemli bir potansiyele sahiptir. Aynı zamanda, düşük kalorili ve yüksek besin yoğunluğuna sahip olması nedeniyle sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilir. Spirulina, serbest radikalleri etkisiz hale getirme kapasitesi ve süperoksit dismutaz gibi enzimlerin aktivitesini artırma özelliği ile oksidatif stresin azaltılmasında etkili rol oynar. Yüksek biyoyararlanıma sahip protein içeriği ile sporcular için alternatif bir protein kaynağıdır ve egzersiz sonrası toparlanma süreçlerini destekler. Literatürde, 2-6 g/gün Spirulina kullanımının kas hasarını ve inflamasyonu azalttığı, bağışıklık yanıtlarını iyileştirdiği ve spor performansını artırdığına dair bulgular rapor edilmiştir. Ancak, performans üzerindeki etkinliği üzerine yapılan çalışmalar çelişkili sonuçlar içermekte ve daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Sonuç olarak, Spirulina'nın sağlık ve spor alanındaki faydalarını tam anlamıyla ortaya koyabilmek için farklı popülasyonlarda daha kapsamlı ve uzun dönemli çalışmalar gereklidir. Bu kapsamda Spirulina, geniş bir uygulama potansiyeline sahip olan ve sürdürülebilir üretim yaklaşımları ile desteklenmesi gereken önemli bir besin kaynağıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Spirulina, Sağlık, Spor performansı, Antioksidan

### ABSTRACT

#### Spirulina: Nutritional supplement potential for adults and athletes – a literature review

Spirulina, a cyanobacterium, is a functional food characterized by its high protein content, essential amino acids, and rich micronutrient profile. Possessing antioxidant, anti-inflammatory, immunomodulatory, anti-cancer, and antiviral properties, Spirulina has significant potential in managing health issues such as malnutrition, obesity, diabetes, heavy metal toxicity, and anemia. Furthermore, its low-calorie content and high nutrient density position it as a vital component of a healthy diet. Spirulina plays a crucial role in mitigating oxidative stress due to its capacity to neutralize free radicals and enhance the activity of enzymes like superoxide dismutase. With its highly bioavailable protein content, Spirulina serves as an alternative protein source for athletes, aiding in post-exercise recovery processes. The literature reports findings suggesting that the use of Spirulina at doses of 2–6 g/day reduces muscle damage and inflammation, improves immune responses, and enhances sports performance. However, the efficacy of Spirulina in this context remains debated, as some studies yield conflicting results, highlighting the need for further research. In conclusion, uncovering the full spectrum of Spirulina's benefits for health and sports performance necessitates comprehensive, long-term studies across diverse populations. As a versatile food source, Spirulina offers extensive application potential, which can be further realized through sustainable production approaches.

**Keywords:** Spirulina, Health, Sports performance, Antioxidant

## Giriş

Mavi-yeşil algler olarak da bilinen siyanobakteriler, fotosentez yapabilen mikroorganizmalardır. Silindirik bir yapıya sahip olup hücresel bölünme yoluyla çoğalmaktadırlar (Chaouachi ve ark., 2024). Siyanobakteriler prokaryot olmalarına rağmen, genellikle ökaryot olan mikro algler grubuna dahil edilirler. Bu mikroorganizmalar, atmosferdeki karbondioksiti organik karbona dönüştüren ilk grup olarak evrimleşmiştir. *Arthrospira platensis* ve *Arthrospira maxima*, ticari adlarıyla Spirulina yaygın olarak bilinen siyanobakteri türleridir. Dünya’da mikroalg biyokütle üretiminin %30’undan fazlasını Spirulina oluşturmaktadır (Lafarga ve ark., 2020).

Meksika ve Kuzey Amerika yerlileri tarafından yüzyıllardır tüketilen Spirulina’nın, insanlar için fonksiyonel bir besin olarak kullanımı Dünya Sağlık Örgütü tarafından süper besin olarak tanımlanmasının ardından hızla artmıştır (Gurney ve ark., 2023; Janda-Milczarek ve ark., 2023). Açık hava ya da sera havuzlarında yetiştirilen ve kolayca hasat edilip işlenebilen Spirulina, protein, doymamış yağ asidi, mineral ve vitamin içeriğiyle sağlık ve besin endüstrisinde önemli bir popülerlik kazanmıştır (Wan ve ark., 2021).

Çeşitli çalışmalar, Spirulina’nın antioksidan, bağışıklık düzenleyici, anti inflamatuvar, antikanserojen, antiviral ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğunu, ayrıca hiperlipidemi, malnütrisyon, obezite, diyabet, ağır metal toksisitesi ve anemi gibi durumlar üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır (Calella ve ark., 2022; Silva ve ark., 2021; Moradi ve ark., 2023). Biyokimyasal bileşimi, fonksiyonel özellikleri ve sağlık etkileri nedeniyle Spirulina’nın, sporcular için de iyi bir diyet takviyesi olabileceği düşünülmektedir (Chaouachi ve ark., 2024). Bu derleme çalışmada Spirulina’nın hem genel sağlık hem de sporcular için bir besin takviyesi olup olmayacağı incelenecektir.

## Spirulina’nın Besin Değeri ve Biyoaktif Bileşenleri

Spirulina, probiyotik, antioksidan ve nutrasötik özelliği olan, besin yoğunluğu yüksek bir kaynaktır (Shah ve ark., 2024). Genel olarak %60-70 protein, %15-20 karbonhidrat %5-8 lipit ve kuru ağırlık bazında %6-8 mineral (potasyum, sodyum, kalsiyum, demir, magnezyum ve manganez) içeriğine sahiptir. Ayrıca, klorofil a, zeaksantin ve kantaksantin gibi pigmentlerin yanı sıra B grubu vitaminleri, C ve E vitaminleri açısından zengindir (Sinetova ve ark., 2024). Ayrıca spirulina fitat ve oksalat gibi anti-besinsel faktörler içermediğinden besin öğelerinin biyoyararlanımını olumsuz etkilememektedir (Gogna ve ark., 2023).

## Makro Besin Ögesi İçeriği

Spirulina’nın karbonhidrat içeriği kuru ağırlığının yaklaşık %15-25’ini oluşturmaktadır. Glukoz, fruktoz, sükroz ve polioler çok düşük miktarlarda bulunmaktadır. Ana polimerik bileşen, yapısal olarak glikojene benzeyen dallanmış polisakkaritlerdir (Chaouachi ve ark., 2024). Spirulina platensis polisakkaritleri, sülfat içeren karmaşık bir heteropolisakkarit yapısındadır. Temel olarak D-mannoz, D-glikoz, D-galaktoz, L-ramnoz ve glukuronik asit gibi bileşenlerden oluşur (Wang ve ark., 2023). Polisakkaritler, spirulinanın biyoaktif bileşenlerindendir. Sülfatlı polisakkaritler, mikrobiyota sağlığını destekleyerek, anti inflamatuvar sitokin salınımını azaltarak ve bağırsak bariyer bütünlüğünü koruyarak immün modülatör etkiler göstermektedir. Ayrıca serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif stresi azalttığı ve süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimleri aktive ettiği rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2020; Liao ve ark., 2023; Liu ve ark., 2022; Zhou ve ark., 2023). Bunun yanı sıra, sağlıklı hücreleri etkilemeden kanser hücrelerinin çoğalmasını inhibe edebileceği bildirilmiştir (Uppin ve ark., 2022).

Proteinler vücudun yapısının oluşumu, işlevlerinin sürdürülmesi ve dokular ile organların organizasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Vücudun ihtiyaç duyduğu proteinleri sentezleyebilmesi için, esansiyel amino asitlerin besinlerle alınması gerekmektedir (AlFadhly ve ark., 2022). Esansiyel amino asitler, insan ve diğer memelilerin hücreleri tarafından sentezlenemeyen amino asitlerdir. Bu nedenle, beslenme yoluyla alınmaları gerekmektedir (Lopez ve Mohiuddin, 2024). Gerekli miktarlarda tüm esansiyel amino asitleri içeren ve yüksek biyoyararlanıma sahip besinler iyi kalite protein kaynakları olarak kabul edilmektedir. Spirulina, kuru ağırlığının yaklaşık %70’ine ulaşan oldukça yüksek bir protein içeriğine sahiptir (AlFadhly ve ark., 2022). Sadece yüksek protein içeriği nedeniyle değil, aynı zamanda esansiyel amino asitler açısından zengin olması ve sindirilebilirliği yüksek bir amino asit profiline sahip olması nedeniyle insan beslenmesinde alternatif bir protein kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Ramírez-Rodrigues ve ark., 2021). Ayrıca Spirulina, bitki bazlı besinlere kıyasla yüksek bir biyolojik değere (BV) sahiptir ve hayvansal bazlı referans protein olan kazeine oldukça yakındır (Tablo 1). Spirulina, nispeten yüksek sindirilebilirlik katsayısı (DC), yüksek net protein kullanımı (NPU) ve yüksek protein verimlilik oranı (PER) sergilemektedir (Priyanka ve ark., 2023).

Proteinler, siyanobakterilerin fotosentez yapabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Fikobiliproteinler fuşya, mor-mavi ve

camgöbeği gibi çeşitli renklerde floresan proteinlerdir ve fikobilizomlar olarak adlandırılan yardımcı fotosentetik komplekslerde ışık enerjisinin yakalanmasını sağlar (Dagnino-Leone ve ark., 2022). Bu kompleks yapılar Spirulina'nın ana proteinini oluşturup fikosiyenin, allofikosiyenin ve fikoglobbin olarak sınıflandırılırlar. Fikobiliproteinler, fotosentez işlevlerinin yanı sıra, antioksidan, antikanser ve anti inflamatuvar özellikleriyle çeşitli fizyolojik aktiviteler sergilemektedir (Wang ve ark., 2023).

**Tablo 1.** Referans hayvan proteinine kıyasla Spirulina'nın protein kalitesi (Priyanka ve ark., 2023)

**Table 1.** The protein quality of Spirulina, compared to reference animal protein (Priyanka et al., 2023)

| Parametreler                   | Spirulina'nın protein değeri | Referans protein (kazein) |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Biyolojik değeri (BV)          | 75.00                        | 87.00                     |
| Net protein kullanımı (NPU)    | 62.00                        | 83.00                     |
| Sindirilebilirlik katsayısı    | 85.00                        | 95.00                     |
| Protein verimlilik oranı (PER) | 1.90                         | 2.50                      |

Lipitler Spirulina'nın protein içeriğine kıyasla çok daha düşük miktarlarda bulunmasına rağmen, genel kimyasal bileşiminde önemli bir rol oynamaktadır. Spirulina lipitleri, toplam lipit içeriğinin %30-35'ini oluşturan  $\gamma$ -linolenik asit olmak üzere çoklu doymamış yağ asitlerinden zengindir ve bunlar hücre zarlarının fonksiyonel ve yapısal bileşenleridir. Yapısındaki diğer önemli yağ asitleri arasında linoleik asit (18:2n-6), oleik asit (18:1c9) ve palmitik asit (16:0) bulunmaktadır (Seghiri ve ark., 2019; Spínola ve ark., 2024). Ayrıca Spirulina, kuru kütle başına çok düşük kolesterol (100 g'da <0,1 mg) içeriği ile öne çıkmaktadır (AlFadhly ve ark., 2022).

### Mikro Besin Ögesi İçeriği

Spirulina, potasyum (K), kalsiyum (Ca), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), magnezyum (Mg), manganez (Mn), fosfor (P), selenyum (Se), sodyum (Na), bor (B), molibden (Mo) ve çinko (Zn) içeriği ile geniş bir mineral yelpazesine sahip bir kaynaktır. Spirulina'nın demir miktarı, diğer demir açısından zengin besinlere kıyasla yaklaşık 10 kat daha yüksektir ve vücut tarafından demir sülfata kıyasla yaklaşık %60 daha fazla emilmektedir (AlFadhly ve ark., 2022). Bu özellik, Spirulina'yı demir eksikliği tedavisinde değerli bir kaynak haline

getirmektedir. Spirulina ayrıca içerdiği fosfor ve kalsiyum oranları sütle karşılaştırılabilir düzeydedir. Özellikle kalsiyum/fosfor (Ca:P) oranı, kemik sağlığı için uygun olup (2:1) dekalsifikasyonu azaltmakta etkili olabileceği belirtilmektedir (Liestianty ve ark., 2019).

Spirulina, farmasötik ve besin endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, geniş ölçekte hayvancılık ve balıkçılık için yem olarak kullanılmakta ve biyoyakıtların üretimi için umut verici bir hammadde olarak değerlendirilmektedir (Han ve ark., 2021). Spirulina, içerdiği sağlığı etkileyen çeşitli biyoaktif bileşenleri nedeniyle potansiyel bir farmasötik besin kaynağı olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu biyoaktif bileşenler proteinler, polisakkaritler, yağ asitleri, vitaminler, fenolik bileşikler ve sekonder metabolitlerden oluşmaktadır (Tablo 2) (Chaouachi ve ark., 2024; Spínola ve ark., 2024).

### Spirulina'nın Sağlık Üzerindeki Etkileri

#### Spirulina'nın Antioksidan Özellikleri

Oksidatif stres, hücrelerin sürekli olarak serbest radikaller ve hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), süperoksit, hidroksil serbest radikalleri ve tekil oksijen gibi oksijenin serbest radikal olmayan türevlerini ürettiği normal metabolik sürecin bir parçasıdır. Bu moleküller, reaktif oksijen türleri (ROS) olarak da adlandırılır. ROS, normal oksijenle ilgili metabolizmanın yan ürünleri olup hücresel sinyalizasyon ve homeostazda rol oynar. Ancak, antioksidanların yokluğunda ya da yetersizliğinde oksidatif strese neden olabilirler (Zhou ve ark., 2022). Fikobiliproteinler Spirulina'daki en aktif biyoaktif bileşenlerdir. Bir fikobiliprotein olan ve mavi pigment olarak bilinen fikosiyenin ve kromoforu fikosiyanobilin, redoks reaksiyonlarında aktif rol oynamaktadır. Fikosiyenin süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini düzenleyerek ROS, lipid peroksidasyonu ve DNA hasarına karşı koruyucu etkiler göstermektedir (Şekil 1). Yapısı bilirubin ile benzer olan fikosiyanobilinin ise NADPH (Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat) oksidaz enzimini inhibe ederek serbest radikal oluşumunu engellediği bildirilmiştir (Calella ve ark., 2022; Han ve ark., 2021; Wu ve ark., 2016). Ayrıca fikosiyenin, fikosiyanobilin ve  $\beta$ -karoten, mitojenle aktive protein kinaz (MAPK) yolları ve nükleer faktör kappa B (NF- $\kappa$ B) gibi inflamasyonla ilişkili sinyal yollarını düzenleyerek immün modülatör ve anti inflamatuvar etkiler göstermektedir. Spirulina'nın, MAPK yolunun düzenlenmesine bağlı olarak JAK/STAT (Janus Kinaz/Sinyal İletici ve Transkripsiyon Aktivatörü) sinyal yollarını da aktive edebileceği düşünülmektedir (Wu ve ark., 2016).

**Tablo 2.** Spirulina'nın bazı biyoaktif bileşenleri ve spesifik etkileri (Budak ve ark., 2022)**Table 2.** Certain bioactive compounds of Spirulina and their specific effects (Budak et al., 2022)

| Bileşen                                                  | Biyolojik İşlevleri                                            | Spesifik Etkileri                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| β- Karoten                                               | Antioksidan, antikanser, immün modülatör, anti inflamatuvar    | DNA moleküllerine ve lipidlere zarar verebilecek tekil oksijeni etkisiz hale getirir.                                                                                                                                                      |
| Fikosiyanin                                              | Antioksidan, antikanser, antifungal                            | Kök hücreleri uyabilir ve bunların öncül (progenitör) hücrelere farklılaşmasını sağlayabilir. Bağışıklık uyarıcı ve hepatoprotektiftir.                                                                                                    |
| γ-Linolenik asit (GLA)                                   | Antibakteriyel, anti inflamatuvar, antikanser                  | Melanom, kronik miyeloid lösemi, servikal kanser, akciğer kanseri ve kolon kanseri dahil olmak üzere birçok kanser hücresinde antikanser işlevlere sahiptir                                                                                |
| Eikosapentaenoik asit (EPA), Dokosaheksaenoik asit (DHA) | Antibakteriyel, anti inflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal | Beta-Bölgesi APP Parçalayan Enzim 1 aktivitesini baskıladığı kanıtlanmıştır. Nörotransmitter salınımını artırır. Nörotrofik faktörler gibi davranır. Çeşitli gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde inhibitör etkilere sahiptir. |

Gabr ve ark. (2020) yaptıkları bir çalışmada Spirulina'dan izole edilen fikosiyanin, fikosiyanobilin ve fikosiyanopeptitin güçlü antioksidan özellikler sergilediğini saptamıştır. Çalışmada fikosiyaninin, %97.32 oranında serbest radikal temizleme kapasitesine sahip olduğu ve bu değer diğer biyoaktif bileşenlerden (fikosiyanobilin %95.48 ve fikosiyanopeptit %93.59) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, fikosiyaninin C vitamininden yaklaşık 20 kat daha etkili bir antioksidan olduğu belirtilmiştir (Gabr ve ark., 2020). Naeini ve ark. (2021), Spirulina takviyesinin toplam antioksidan kapasiteyi (TAC) ve SOD aktivitesini anlamlı düzeyde artırdığını, ancak glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitesi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Spirulina'nın antioksidan etkilerinin, günlük 5 gramdan fazla dozlarda ve 12 haftalık sürelerde daha belirgin olduğu ve bu artışın özellikle 60 yaşından küçük bireylerde daha fazla olduğu görülmüştür. Bu etkilerin, Spirulina'nın içerdiği fikosiyanin, beta-karoten ve C vitamini gibi güçlü antioksidan bileşenlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Naeini ve ark., 2021). Sülfatlı polisakkaritlerin antioksidan özellikleri, lipid peroksidasyonunu inhibe etme ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), hidroksil radikalleri, süperoksit radikalleri ve 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat gibi serbest radikalleri yok etme yeteneğinden kaynaklanmaktadır (Liao ve ark., 2023). Yapılan bir çalışmada 5,0 mg/mL konsantrasyonundaki sülfatlı Spirulina polisakkaritlerinin, yüksek antioksidan kapasite, indirgeme gücü ve radikal temizleme yeteneği sergilediği bildirilmiştir (Rajasekar ve ark., 2019).

### *Spirulina'nın Anti İnflamatuvar Özellikleri*

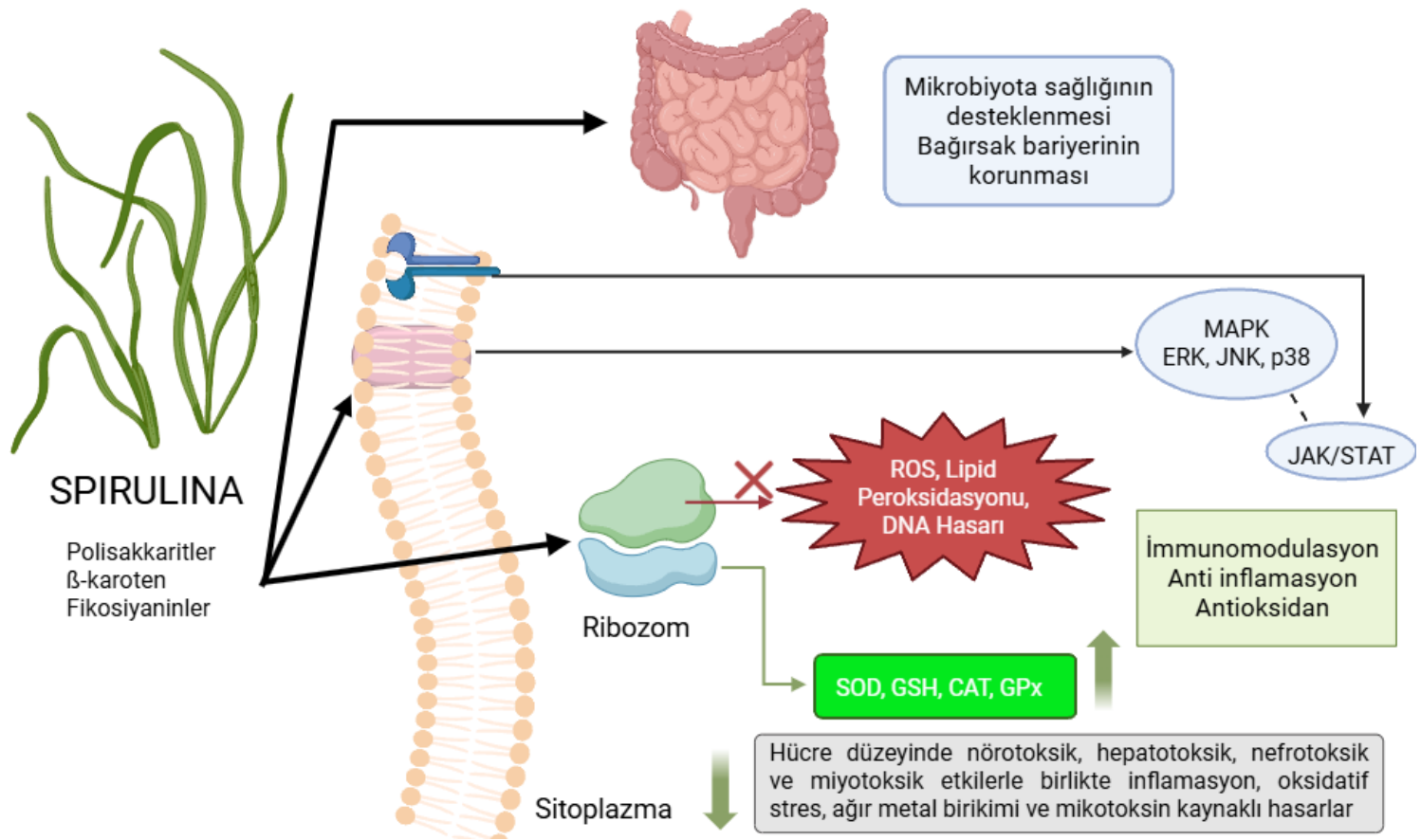
*Spirulina platensis* potansiyel bir Se kaynağı ve iyi bir taşıyıcı olarak değerlendirilmektedir. Jiang ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada, *S. platensis*-selenyumun (Se-SP) lipopolisakkaritler tarafından indüklenen inflamasyonu azaltmadaki etkisini incelemiştir. Se-SP'nin interlökin-6 (IL-6), interlökin-1β (IL-1β) ve tümör nekroz faktörü-α (TNF-α) seviyelerinde sırasıyla %74, %40.45 ve %42.28'lik bir azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca, nitrik oksit (NO) seviyelerini %64.84 ve malondialdehit (MDA) içeriğini %69.07 oranında azalttığı ve süperoksit dismutaz ile glutatyon peroksidaz enzimlerinin seviyeleri artırdığı belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2022). Tan ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Spirulina'nın apokarotenoidlerinden 3-hidroksi-β-iyonon ve apo-13-zeaksantononun, 10 µg/mL konsantrasyonda IL-1β ekspresyonunu sırasıyla %9.5 ± 1.5 ve %28.7 ± 0.6, IL-6 ekspresyonunu ise sırasıyla %10.1 ± 0.7 ve %6.1 ± 0.4 oranında anlamlı şekilde inhibe ettiğini tespit etmiştir (Tan ve ark., 2021). Spirulina'nın histon deasetilaz protein seviyelerini azaltarak gen ekspresyonlarını düzenleyebildiği ve bu mekanizma aracılığı ile inflamasyonu kontrol edebilecek terapötik bir ajan olduğu öne sürülmektedir. Yapılan bir çalışmada, Spirulina ekstratının global histon H3 asetilasyonunu artırırken IL-1β ekspresyonunu %20 ± 1.2 ve TNFα ekspresyonunu %15 ± 0.8 oranında anlamlı düzeyde inhibe ettiğini tespit edilmiştir. Ayrıca, Spirulina ekstratının inflamatuvar genlerin promotör bölgelerine bağlanan NF-κB transkripsiyon faktörünün alt birimi

olan p65'in bağlanması engelleyerek inflamatuvar gen ekspresyonunu etkilediği belirlenmiştir (Pham ve ark., 2016).

### *Spirulina'nın Antiviral Özellikleri*

Spirulina, fikobiliproteinler, peptidler, karotenoidler, pigmentler ve sülfatlı polisakkaritler gibi çeşitli biyolojik aktif bileşen ve metabolitler ile geniş bir antiviral aktivite sergileyen bir mikroalg türüdür. Özellikle kalsiyum-spirulan (Ca-SP), viral zarf glikoproteinleriyle etkileşime girerek hücreye girişlerini engelleyebilmektedir. Ayrıca Spirulina'dan elde edilen bazı peptidler, ters transkriptaz enzimi ve viral protein

sentezi gibi viral replikasyon mekanizmalarını inhibe etmektedir (Carbone ve ark., 2021). Seçici olarak CD4+T lenfositlerini enfekte eden HIV (İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü), zamanla CD4+T hücrelerinin azalmasına neden olarak AIDS'e (Edinilmiş Bağışıklık Yetmezliği Sendromu) neden olmaktadır (Bekker ve ark., 2023). Yapılan çalışmalar HIV enfeksiyonunda Spirulina takviyesinin viral yükü azalttığı, prooksidatif belirteçleri iyileştirdiği, antioksidan seviyelerinde artış sağladığı ve antiretroviral tedavi (ART) kaynaklı yan etki ve toksisiteyi hafifletme potansiyeli olduğunu göstermektedir (Moor ve ark., 2021; Sibiya ve ark., 2022a; Sibiya ve ark., 2022b).



**Şekil 1.** Spirulina'nın bazı bileşenlerinin biyoaktif özellikleri (Wu ve ark., 2016; Chen ve ark., 2020; Liao ve ark., 2023)

**Figure 1.** The bioactive properties of certain components of Spirulina (Wu et al., 2016; Chen et al., 2020; Liao et al., 2023)

### *Spirulina'nın İmmün Modülatör Özellikleri*

Mikro algler sülfatlı polisakkaritler, sülfolipidler, çoklu doymamış yağ asitleri ve karotenoid pigmentler gibi biyoaktif bileşenleriyle hem doğuştan hem de edinsel bağışıklık üzerinde immün modülatör etkiler göstermektedir. Spirulina, Toll aracılı sinyalleme yoluyla makrofajların, doğal öldürücü (NK) hücrelerin ve nötrofillerin aktivasyonunu artırmakta; IgE aracılı alerjik tepkimeleri hafifletmekte, T yardımcı hücre 2 (Th2- T helper 2) farklılaşmasını düzenlemekte ve humoral bağışıklık yanıtlarını güçlendirmektedir (Srivastava ve ark., 2024). Spirulina polisakkaritlerinin makrofaj hücrelerin fagozitik kapasitesini artırdığı, indüklenebilir nitrik oksit sentaz (iNOS) enziminin aktivitesini düzenleyerek nitrik oksit seviyelerini yükselttiği ve IL-6'nın mesajcı RNA (mRNA- messenger RNA) ekspresyonunu doza bağlı olarak indüklediği tespit edilmiştir (Li ve ark., 2021). Melanom kanseri farelerde fikosiyanınin, tümör büyümesini yavaşlattığı, inguinal lenf nodlarındaki B hücresi, T lenfositleri ve myeloid hücre sayılarını arttırdığı ve bu etkinin tümör varlığında daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Salgado ve ark., 2024).

### *Spirulina'nın Sağlık Riskleri*

Spirulina, tarihsel olarak uzun kullanım geçmişi ve hayvan çalışmalarındaki olumlu bulgular doğrultusunda genel olarak insan tüketimi için güvenli kabul edilmektedir (Damessa ve ark., 2021; Grover ve ark., 2021; Wan ve ark., 2021). Ancak ağır metal ve toksin kontaminasyonu riski nedeniyle sağlık açısından olumsuz etkilere neden olabileceği belirtilmektedir (Gogna ve ark., 2023). Papadimitriou ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, ticari Spirulina ürünlerinde tespit edilen siyanotoksin kontaminasyon seviyelerinin yetişkinler için belirgin bir risk oluşturmadığı, ancak çocuklar ve bebekler açısından günlük tüketimde sağlık riski oluşturabileceği saptanmıştır (Papadimitriou ve ark., 2021). Başka bir çalışmada ise Spirulina tüketiminin alüminyum, kadmiyum ve kurşun gibi toksik metallerle maruziyet açısından tüketiciler için risk oluşturmadığı rapor edilmiştir (Rubio ve ark., 2021). Ayrıca nadiren de olsa dozdan bağımsız olarak diyare, mide bulantısı, karın ağrısı, anemi, alerji, anafilaksi ve uykusuzluk gibi hafif yan etkiler bildirilmiştir (Kerna ve ark., 2022; Rzymiski & Jaśkiewicz, 2017). Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi, Spirulina'yı insan tüketimi için "genel olarak güvenli" (Generally Recognized As Safe - GRAS) olarak tanımlamaktadır (Liao ve ark., 2023). Spirulina'nın güvenli tüketim miktarı 3-10 gram/gün olarak rapor edilmiştir (Gogna ve ark., 2023). Hamilelik ve emzirme döneminde kontaminasyon riski nedeniyle tüketimi önerilmemektedir (Kerna ve ark., 2022).

### *Spirulina'nın Sporcular Üzerindeki Etkileri*

Sporcular için beslenme, performansı ve toparlanmayı optimize etmek amacıyla enerji dengesini koruma, makro ve mikro besin ögesi ihtiyaçlarını karşılama, sıvı gereksinimini sağlama ve bireysel hedeflere göre kişiselleştirme ilkelerine dayanmaktadır. Egzersiz sırasında bazı mikro besin öğelerinin gereksinimleri artmakta ve oksijen kullanımının 10-15 katına çıkmasıyla hücrelerde oksidatif stres seviyeleri yükselmektedir. Yeterli ve dengeli beslenen sporcular artan gereksinimleri karşılayabilse de enerji alımını kısıtlayan, diyetlerinden bir veya daha fazla besin grubunu çıkaran ya da yetersiz bir diyet uygulayan sporcular, özellikle kalsiyum, D vitamini, demir ve antioksidan takviyelerine gereksinim duymaktadır (Thomas ve ark., 2016).

Besin takviyelerinin kullanımı, performansı artırma ve kas yorgunluğunu azaltma potansiyeli nedeniyle hem üst düzey sporcular hem de amatör sporcular arasında yaygın bir uygulamadır. Spirulina'nın, besin, ilaç, biyoyakıt, kozmetik ve tarım endüstrilerinde geliştirilen birçok uygulama nedeniyle hem biyolojik hem de ekonomik olarak önemli olduğu gösterilmiştir. Ergojenik potansiyeli ile pazarlanan Spirulina'nın etkinliğini değerlendiren veriler ise başlangıç aşamasındadır ve etkinliği henüz kesinlik kazanmamıştır (AlFadhly ve ark., 2022; Galvão ve ark., 2022). Ancak sporcuların diyetlerine Spirulina eklenmesinin, performansı artırmak için önemli olan bazı besin öğelerinin artışına katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Carvalho ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada 100 g sporcu içeceğine eklenen 2 g Spirulina tozunun tat, renk ve genel kabul edilebilirlik açısından sporcular tarafından uygun bulunduğu ve Spirulina tozu, yoğurt ve meyve kullanılarak yapılan 250 gram içeceğin sporcuların günlük protein ihtiyacını %32,5, karbonhidrat ihtiyacını %12,25 ve posa ihtiyacını %21,5 oranında karşıladığı belirtilmiştir. Ayrıca bu içeceği düzenli olarak tüketen sporcuların performanslarında iyileşme gözlemlendiği raporlanmıştır (Gubanenkov ve ark., 2019). Başka bir çalışmada ise, *Spirulina platensis* ile hazırlanan sporcu içeceklerinin kimyasal özellikleri, depolama süresi boyunca değerlendirilmiştir. Spirulina içeren sporcu içeceklerinde askorbik asit ve antioksidan aktivitenin anlamlı şekilde arttığı gözlemlenmiştir. %0,25 sulu Spirulina ekstraktı, en yüksek askorbik asit ve antioksidan aktiviteye sahip içerik olarak tespit edilmiştir. Bulgular, Spirulina ekstraktının sporcu içeceklerinin besin değeri ve antioksidan kapasitesini artırabileceğini göstermektedir (Sadeghi ve ark., 2023).

### ***Vücut Kompozisyonu ve Kan Profiline Etkisi***

Besin takviyeleri, sporcular tarafından vücut kompozisyonunu iyileştirmek ve egzersiz performansını artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Erkek güreşçilerde kademeli ağırlık kaybı süreçlerinde Spirulina takviyesinin incelendiği bir çalışmada 12 günlük enerji kısıtlatmalı diyet sonucunda 0,5 g/gün Spirulina takviyesi alan grupta yağ kütlelerinden daha fazla kayıp olduğu, miyostatin, aspartat aminotransferaz ve alanin aminotransferaz seviyelerinin anlamlı düzeyde azaldığı bulunmuştur (Bagheri ve ark., 2022). Güncel literatürde obez ve sedanter bireylerde Spirulina'nın vücut ağırlığı yönetiminde egzersizle birlikte sinerjik etkisi potansiyel bir tedavi yöntemi olarak araştırılmaktadır. Pareek ve ark. (2023) Spirulina takviyesinin serum trigliserit ve kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve bu nedenle kardiyovasküler sağlık ve spor performansı üzerinde olumlu etkileri olabileceğini belirtmiştir (Pareek ve ark., 2023). Beden kütle indeksi (BKİ)  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> olan 52 sedanter genç erkek üzerinde yapılan çalışmada, 6 hafta boyunca fiziksel aktiviteyle kombine edilen günlük 4.5 g Spirulina takviyesinin kan lipid profili, BKİ, vücut yağ yüzdesi ve maksimum oksijen alımında iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir (Hernández-Lepe ve ark., 2019). Supriya ve ark. (2022) 12 haftalık yüksek yoğunluklu antrenman (HIIT) ile Spirulina takviyesinin birlikte uygulanmasının adipokin konsantrasyonları ve lipid profilleri üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, Spirulina takviyesinin HIIT ile birlikte uygulanmasının vücut ağırlığını ve adipokin seviyelerini azalttığı, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), toplam kolesterol ve trigliserit seviyelerinde önemli düşüşler sağladığı ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL-C) seviyelerinde ise artış sağladığı tespit edilmiştir (Supriya ve ark., 2023).

### ***Egzersiz Kaynaklı Oksidatif Stres, İnflamasyon ve Kas Hasarına Karşı Etkisi***

Yüksek yoğunluklu ve/veya uzun süreli egzersiz oksidatif strese neden olabilmektedir. Egzersiz sırasında orta düzeyde ROS üretimi mitokondriyal biyogenez, antioksidan enzimlerin ve stres proteinlerinin sentezi gibi olumlu adaptasyonlara neden olmasına rağmen yüksek düzeyde ROS üretimi DNA hasarına ve fizyolojik fonksiyonların bozulmasına yol açar (Powers ve ark., 2020). Optimal bir redoks durumunu korumak ve olası immün disfonksiyondan kaçınmak için enerji, makro ve mikro besin gereksinimlerini karşılayan dengeli bir diyet, antrenman sonrası toparlanmanın desteklenmesi ve performans açısından önemlidir (Calella ve ark., 2022). Spirulina takviyesinin, egzersize bağlı olarak artan lipid peroksidasyonu, inflamasyon ve iskelet kası hasarını önleyebileceği

ve bu süreçlere ilişkin bazı biyobelirteçlerin iyileşmesini hızlandırabileceği bildirilmiştir. Özellikle antioksidan kaynaklar açısından yetersiz beslenen ve yüksek antrenman yüküne maruz kalan sporcularda, performans kaybını azaltmak ve sezon boyunca antrenman ya da yarışlar sonrasında toparlanmayı hızlandırmak amacıyla Spirulina takviyesi önerilmektedir (Chaouachi ve ark., 2022).

Yapılan çalışmalar, sporcularda Spirulina takviyesinin NO üretimini artırarak vasküler fonksiyonları iyileştirebileceği, antioksidan kapasiteyi artırarak endotel fonksiyonlarını destekleyebileceği ve egzersiz kaynaklı ROS ve DNA hasarına karşı koruyucu olabileceği belirtilmiştir (Brito ve ark., 2020; Brito ve ark., 2018; Su ve ark., 2013). Maraton koşucularında 15 günlük 5,4 g/gün Spirulina alımında hem dinlenme hem de fiziksel aktivite sonrasında sekonder oksidasyon seviyelerinde yarı yarıya bir azalma görüldüğü rapor edilmiştir (Lohoues ve ark., 2015). Kalpana ve ark. (2017), 90 erkek sporcu üzerinde 60 günlük Spirulina (3 g/gün) ve ticari olarak kullanılmakta olan bir antioksidan takviyesinin sporcularda egzersiz kaynaklı oksidatif stres ve toparlanma kalp hızı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Her iki takviye de egzersiz sonrası toparlanma kalp hızında anlamlı iyileşmeler sağlamış ve oksidatif stres göstergesi olan MDA seviyelerini azaltmıştır. Sonuçlar Spirulina'nın ticari olarak kullanılmakta olan bir antioksidan takviye ile benzer ergojenik faydalar sunduğunu göstermektedir (Kalpana ve ark., 2017).

Uzun süreli orta yoğunluktaki egzersiz, adipoz dokudaki inflamatuvar süreçleri baskılayarak ve kaslardaki proinflamatuvar M1 makrofajları azaltarak sistemik inflamasyonu modüle etmektedir (Metsios ve ark., 2020). Ancak yoğun egzersiz sırasında sarkomerlerin aşırı kasılması sonucu kaslarda mekanik bozulma meydana gelmektedir. Sarkoplazmik retikulumdan hücre içine kalsiyum salınımı artmasıyla aktifleşen proteolitik enzimler yapısal proteinlerin yıkımına neden olmaktadır. Bu süreçte salınımı artan proinflamatuvar sitokinler sistemik inflamasyonu arttırmaktadır (Fatouros ve Jamurtas, 2016). Kas hasarı oluştuğunda, akut faz proteinleri, sitokinler ve bağışıklık sistemi hücreleri yaralanma bölgesinde birikir. Hücrelerin birikimi kas ödeminde artışa neden olur. Ayrıca egzersiz kaynaklı kas hasarı (EIMD), kas membran geçirgenliğini artırarak kreatin kinaz (CK) gibi kas proteinlerinin dolaşıma sızmasına yol açar (Markus ve ark., 2021).

Spirulina'nın, aşırı egzersizin neden olduğu EIMD'yi hafifleterek plazma CK aktivitesindeki artışı azaltabileceği, kas dokusundaki MDA seviyelerini düşürerek oksidatif stresi baskılayabileceği ve plazmada SOD ve CAT gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırabileceği belirtilmiştir (Oz ve Gokbel, 2023). Erkek taekwondo sporcularında 3 hafta boyunca 8

g/gün Spirulina takviyesinin plazma laktat dehidrojenazı (LDH), CK ve IL6 seviyelerinde anlamlı bir azalmaya neden olduğu, toplam antioksidan kapasite, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz seviyelerinde ise anlamlı bir artış sağladığı belirlenmiştir. Çalışmada spirulina'nın uygun protein içeriği ile antioksidan ve anti inflamatuvar kapasitesi nedeniyle taekwondo sporcularında EIMD'ye karşı koruyucu bir etki yaratabileceği belirtilmiştir (Kashani ve ark., 2022).

### ***Egzersiz Sonrası Bağışıklık Sistemine Etkisi***

Egzersiz bağışıklık sistemi hücrelerinin proliferasyonunu, fonksiyonunu, dağılımını ve aktivitesini etkilemektedir. Orta yoğunluktaki egzersizler bağışıklık sistemi fonksiyonlarını desteklerken aşırı yoğun ve uzun süreli egzersizlerin bağışıklık sistemini baskılayabileceği ifade edilmektedir (Wang ve ark., 2020). Yoğun egzersizler, proinflamatuvar sitokinlerin salınımının artmasına, NK hücrelerinin sayısının zamanla azalmasına, Th1 (T yardımcı hücre 1) hücrelerinin baskılanmasına neden olmaktadır. Th1/Th2 dengesindeki kayma, bağışıklık yanıtını zayıflatırken, NK hücre aktivitesinde düşüş ve nötrofil artışı sistemik inflamasyona yol açabilmektedir. "Açık pencere modeli" olarak bilinen bu bağışıklık zayıflığı dönemi, egzersizin süresi ve şiddetine bağlıdır (Suzuki ve Hayashida, 2021).

Otuz dokuz genç erkek sporcu üzerinde yapılan bir çalışmada günde 3 kez toplamda 3 gram verilen spirulina takviyesinin yoğun egzersiz sırasında bağışıklık sistemi hücreleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Spirulina takviyesi alan grupta bazofil oranlarında anlamlı bir artış saptanmış ve yoğun egzersiz sonucu gözlemlenen monosit ve lökositlerdeki düşüşü engellediği belirlenmiştir (Zhang ve ark., 2022). Juszkievicz ve ark. (2018) Polonya Kürek Takımı üzerinde 6 hafta boyunca günde 1,5 g spirulina takviyesinin egzersiz sonrasında T regülör lenfosit (Treg) artışı engelleyici, T $\delta\gamma$  hücreleri (gamma delta T hücreleri) seviyelerini koruduğunu saptamıştır. Spirulina'nın egzersizin bağışıklık sistemi üzerindeki zararlı etkilerini önleyerek, özellikle bağışıklık yanıtını daha etkin hale getirdiğini ve bağışıklık hücrelerinin dengesini koruyarak sporcuların enfeksiyonlara karşı daha dirençli olmalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir (Juszkievicz ve ark., 2018).

### ***Egzersiz Performansına Etkisi***

Çin ve Küba Olimpiyat takımlarının performansı artırmak için yıllardır spirulina takviyesi aldığı speküle edilse de Spirulina kullanımının performans üzerine etkileri tartışmalıdır (Chaouachi ve ark., 2024) Rekreatyonel olarak aktif bireylerde, 14 gün boyunca günde 6 g Spirulina takviyesinin mak-

simal ve submaksimal bisiklet sürme sırasında kardiyorespiratuvar parametreler üzerindeki etkilerini ve hemoglobin artışının potansiyel mekanistik rolünü değerlendiren bir çalışmada, Spirulina takviyesi sonrası hemoglobin konsantrasyonunda takviye almayanlara kıyasla anlamlı bir %3,4 artış tespit edilmiştir. Ancak VO<sub>2</sub>max (maksimum oksijen alımı) ve WRmax (maksimum güç çıktısı), yorgunluğa kadar geçen süre, kalp atış hızı, oksijen alımı, solunum değişim oranı (RER) ve kan laktat yanıtı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Ali ve ark., 2024). Antrenmanlı erkek bisikletçiler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise, 21 gün boyunca günde 6 g Spirulina takviyesinin hemoglobin konsantrasyonunda takviye almayanlara kıyasla anlamlı bir %6,6 artış sağladığı tespit edilmiş ve bu artışın, submaksimal egzersiz sırasında kan laktat seviyelerini (%14,2 azalma) ve kalp atış hızını (%3,5 azalma) düşürerek homeostatik dengeyi koruduğu belirtilmiştir. Ayrıca, tekrarlayan sprint performansı testlerinde zirve güçte (%4,2 artış) ve ortalama güçte (%4,3 artış) anlamlı bir artış kaydedilirken, VO<sub>2</sub>max ve laktat eşiği testlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Gurney ve ark., 2021).

Yapılan bir çalışmada su topu oyuncuları performansı üzerine bakır %22,5 NRV (Nutrient Reference Value - Besin Referans Değeri) ile zenginleştirilmiş Spirulina sıvı takviyesinin etkisi incelenmiştir. Spirulina grubu, plasebo grubuna kıyasla öznel performans ölçümlerinde anlamlı bir artış göstermiştir. Takviye alan sporcularda daha düşük şiddetli kas ağrısı rapor edilmiş ve kreatin fosfokinaz (CPK) seviyelerinde anlamlı olmayan hafif bir düşüş belirlenmiştir. (La Mantia ve ark., 2024). Spor yapmayan 11 sağlıklı erkek bireyde Spirulina'nın kol bisikleti egzersizleri sırasında oksijen alımı (VO<sub>2</sub>), solunum değişim oranı (RER), kalp hızı (HR) ve hemoglobin (Hb) üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yedi gün boyunca 6 g Spirulina takviyesi müdahalesi sonucunda Hb seviyelerinin 144,1g/L'den 154,5g/L'ye çıktığı, kalp hızı seviyelerinde özellikle 25. dakikadan sonra anlamlı bir düşüş olduğu, oksijen kullanımında verimin arttığı ve performansın iyileştirdiği belirtilmiştir (Gurney ve Spendiff, 2020). Ayrıca üst düzey rugby oyuncularında Spirulina takviyesi dikey sıçrama ve sprint performanslarında küçük avantajlar sağlasa da sonuçların ergojenik destek olarak kullanımını doğrulamadığı bildirilmiştir (Chaouachi ve ark., 2021). Ancak, orta düzeyde fiziksel aktif sağlıklı bireyde Spirulina takviyesinin baskın olmayan kol üzerinde EIMD belirteçleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada egzersiz sonrası kas hasarı semptomlarını hafifletmede veya fiziksel performansı artırmada etkili bulunmamıştır (Krokidas ve ark., 2024). Pappas ve ark. (2021) 6 g/gün spirulina takviyesinin, redoks durumu, kas performansı ve EIMD üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığını rapor etmiştir (Pappas ve ark., 2021).

## Sonuç

Spirulina, %70'e varan protein oranı, tam esansiyel amino asit profili ve biyoaktif bileşenlerden zengin içeriğiyle, sağlık açısından güvenli, alternatif bir besin takviyesi olarak ön plana çıkmaktadır. Antioksidan, anti-inflamatuar ve bağışıklık modülatörü özellikleri sayesinde kronik hastalıkların yönetiminde, oksidatif stresin azaltılmasında ve bağışıklık fonksiyonlarının desteklenmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, sporcular için protein ve mikro besin ögesi kaynağı olarak öne çıkmakta ve egzersiz sonrası toparlanmayı destekleyici etkiler göstermektedir. Özellikle yetersiz beslenen ya da bazı besin gruplarını diyetlerinden çıkaran özellikle vejetaryen/vegan sporcularda Spirulina takviyesinin değerli bir kaynak olabileceği düşünülmektedir. Literatürde Spirulina'nın ergojenik bir destek olarak kullanımına yönelik çalışmalar sınırlıdır ve uzun süreli kullanımının etkilerini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde 2-6 g/gün Spirulina kullanımının egzersiz kaynaklı oksidatif stresin, inflamasyonun ve kas hasarının azaltılmasında olumlu etkileri olabileceği görülmektedir. Ancak kas performansı üzerine etkileri tartışmalıdır. Mevcut sınırlı sayıdaki araştırmalar, kullanılan örneklemeler, spor türleri, değerlendirme yöntemleri ve takviye uygulamalarındaki doz ve süre farklılıkları nedeniyle karşılaştırma yapmayı güçleştirmektedir. Ayrıca, kadın sporcular üzerine odaklanan çalışmaların sayıca oldukça az olduğu dikkat çekmektedir. Sonuç olarak sporcularda ergojenik bir destek olarak Spirulina takviyesi kullanımını doğrulayacak kanıtlar sınırlıdır. Bu nedenle Spirulina'nın sağlık ve spor performansı üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için kapsamlı, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, Spirulina'nın uygun günlük tüketim dozlarının belirlenmesi, etkinlik ve güvenlik açısından önemlidir. Ancak, yetersiz beslenen ya da diyetle antioksidan alımı düşük olan bireyler için beslenmeyi destekleyici bir alternatif olarak düşünülebilir.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

**Veri erişilebilirliği:** -

**Finansal destek:** -

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

AlFadhly, N.K.Z., Alhelfi, N., Altemimi, A.B., Verma, D.K., Cacciola, F., Narayanankutty, A. (2022). Trends and technological advancements in the possible food applications of spirulina and their health benefits: A review. *Molecules* (17), 5584.

<https://doi.org/10.3390/molecules27175584>

Ali, Y., Aubeeluck, R., Gurney, T. (2024). Fourteen-Days Spirulina supplementation increases hemoglobin, but does not provide ergogenic benefit in recreationally active cyclists: a double-blinded randomized crossover trial. *Journal of Dietary Supplements*, 21(3), 261–280.

<https://doi.org/10.1080/19390211.2023.2263564>

Bagheri, R., Negaresh, R., Motevalli, M.S., Wong, A., Ashtary-Larky, D., Kargarfard, M., Rashidlamir, A. (2022). Spirulina supplementation during gradual weight loss in competitive wrestlers. *British Journal of Nutrition*, 127(2), 248–256.

<https://doi.org/10.1017/S000711452100091X>

Bekker, L.G., Beyrer, C., Mgodi, N., Lewin, S.R., Delany-Moretlwe, S., Taiwo, B., Masters, M.C., Lazarus, J.V. (2023). HIV infection. *Nature Reviews Disease Primers*, 9(1), 42.

<https://doi.org/10.1038/s41572-023-00452-3>

Brito, A. de F., Silva, A.S., de Oliveira, C.V.C., de Souza, A.A., Ferreira, P. B., de Souza, I.L.L., da Cunha Araujo, L.C., da Silva Félix, G., de Souza Sampaio, R., Tavares, R.L., de Andrade Pereira, R., Neto, M.M., da Silva, B.A. (2020). Spirulina platensis prevents oxidative stress and inflammation promoted by strength training in rats: dose-response relation study. *Scientific Reports*, 10(1), 6382.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-63272-5>

Brito, A. de F., Silva, A.S., De Souza, A.A., Ferreira, P. B., De Souza, I.L.L., Da Cunha Araujo, L.C., Da Silva Félix, G., De Souza Sampaio, R., Silva, M.D.C.C., Tavares, R.L., De Andrade Pereira, R., Neto, M.M., Da Silva, B.A. (2018). Aortic response to strength training and spirulina platensis dependent on nitric oxide and antioxidants. *Frontiers in Physiology*, 9, 1522.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01522>

Budak, B., Beyza, S., Sarikaya, Ö. (2022). Spirulina: Properties, benefits and health-nutrition relationship. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1654-1662.

<https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1200004>

Calella, P., Di Dio, M., Cerullo, G., Di Onofrio, V., Gallé, F., Liguori, G. (2022). Antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory effects of Spirulina in disease conditions: a systematic review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(8), 1047–1056.

<https://doi.org/10.1080/09637486.2022.2137785>

Carbone, D. A., Pellone, P., Lubritto, C., Ciniglia, C. (2021). Evaluation of microalgae antiviral activity and their bioactive compounds. *Antibiotics*, 10(6), 746.

<https://doi.org/10.3390/antibiotics10060746>

Carvalho, L. F., Moreira, J. B., Oliveira, M. S., Costa, J. A. V. (2018). Novel food supplements formulated with spirulina to meet athletes' needs. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 61, e17160656.

<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2017160656>

Chaouachi, M., Gautier, S., Carnot, Y., Bideau, N., Guillemot, P., Moison, Y., Collin, T., Vincent, S., Groussard, C. (2021). *Spirulina platensis* provides a small advantage in vertical jump and sprint performance but does not improve elite rugby players' body Composition. *Journal of Dietary Supplements*, 18(6), 682–697.

<https://doi.org/10.1080/19390211.2020.1832639>

Chaouachi, M., Gautier, S., Carnot, Y., Guillemot, P., Pincemail, J., Moison, Y., Collin, T., Groussard, C., Vincent, S. (2022). Spirulina supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, inflammation and skeletal muscle damage in elite rugby players. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 35(6), 1151–1163.

<https://doi.org/10.1111/jhn.13014>

Chaouachi, M., Vincent, S., Groussard, C. (2024). A Review of the Health-Promoting Properties of Spirulina with a Focus on athletes' Performance and Recovery. *Journal of Dietary Supplements*, 21(2), 210–241.

<https://doi.org/10.1080/19390211.2023.2208663>

Chen, Y., Wan, X., Wu, D., Ouyang, Y., Gao, L., Chen, Z., El-Seedi, H. R., Wang, M. fu, Chen, X., Zhao, C. (2020). Characterization of the structure and analysis of the anti-oxidant effect of microalga *Spirulina platensis* polysaccharide on *Caenorhabditis elegans* mediated by modulating microRNAs and gut microbiota. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 2295–2305.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.041>

Dagnino-Leone, J., Figueroa, C.P., Castañeda, M.L., Yul-ton, A.D., Vallejos-Almirall, A., Agurto-Muñoz, A., Pavón Pérez, J., Agurto-Muñoz, C. (2022). Phycobiliproteins: Structural aspects, functional characteristics, and biotechnological perspectives. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 20, 1506–1527.

<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2022.02.016>

Damessa, F.T., Chacha, M., Vianney, J.M., Raymond, J. (2021). Measuring serum toxicity markers to evaluate the safety of commercially available spirulina products in mice. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9(1), 346–352.

<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.9.1.33>

Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z. (2016). Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *Journal of Inflammation Research*, 9, 175–186.

<https://doi.org/10.2147/JIR.S114635>

Gabr, G.A., El-Sayed, S.M., Hikal, M.S. (2020). Antioxidant Activities of Phycocyanin: A Bioactive Compound from *Spirulina platensis*. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 32(2), 73–85.

<https://doi.org/10.9734/jpri/2020/v32i230407>

Galvão, A.S., Carlos, L., Gonçalves, O., Santos, J., Lopes, S., Magalhães-Neto, A.M. (2022). Induction Of Ergogenic Activity Through The Use Of Spirulina Supplementation In Athletes And Physical Activity Practitioners. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 11(9), 2109–2024.

Grover, P., Bhatnagar, A., Kumari, N., Narayan Bhatt, A., Kumar Nishad, D., Purkayastha, J. (2021). C-Phycocyanin-a novel protein from *Spirulina platensis*- In vivo toxicity, antioxidant and immunomodulatory studies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3), 1853–1859.

<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.037>

Gogna, S., Kaur, J., Sharma, K., Prasad, R., Singh, J., Bhadariya, V., Kumar, P., Jarial, S. (2023). Spirulina- An Edible Cyanobacterium with Potential Therapeutic Health Benefits and Toxicological Consequences. *Journal of the American Nutrition Association*, 42(6), 559–572.

<https://doi.org/10.1080/27697061.2022.2103852>

Gubanenko, G., Naimushina, L., Zykova, I. (2019) Spirulina as a protein ingredient in a sports nutrition drink. *4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science*, 162-166. Atlantis Press.

<https://doi.org/10.2991/icistis-19.2019.42>

Gurney, T., Brouner, J., Spendiff, O. (2021). Twenty-one days of spirulina supplementation lowers heart rate during submaximal cycling and augments power output during repeated sprints in trained cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 47(1), 18–26.

<https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0344>

Gurney, T., Brouner, J., Spendiff, O. (2023). The efficacy of microalgae supplementation for exercise performance. *Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals*, 565–592.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98819-3.00003-1>

Gurney, T., Spendiff, O. (2020). Spirulina supplementation improves oxygen uptake in arm cycling exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 120(12), 2657–2664.

<https://doi.org/10.1007/s00421-020-04487-2>

Han, P., Li, J., Zhong, H., Xie, J., Zhang, P., Lu, Q., Li, J., Xu, P., Chen, P., Leng, L., Zhou, W. (2021). Anti-oxidation properties and therapeutic potentials of spirulina. *Algal Research*, 55, 102240.

<https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102240>

Hernández-Lepe, M. A., Olivas-Aguirre, F. J., Gómez-Miranda, L.M., Hernández-Torres, R.P., Manríquez-Torres, J. de J., Ramos-Jiménez, A. (2019). Systematic physical exercise and *Spirulina maxima* supplementation improve body composition, cardiorespiratory fitness, and blood lipid profile: Correlations of a randomized double-blind controlled trial. *Antioxidants*, 8(11), 507.

<https://doi.org/10.3390/antiox8110507>

Janda-Milczarek, K., Szymczykowski, K., Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Skonieczna-Żydecka, K., Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., Ligenza, A., Stachowska, E., Dąlewska, B. (2023). Spirulina supplements as a source of mineral nutrients in the daily diet. *Applied Sciences*, 13(2), 1011.

<https://doi.org/10.3390/app13021011>

Jiang, P., Meng, J., Zhang, L., Huang, L., Wei, L., Bai, Y., Liu, X., Li, S. (2022). Purification and anti-inflammatory effect of selenium-containing protein fraction from selenium-enriched *Spirulina platensis*. *Food Bioscience*, 45, 101469.

<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101469>

Juszkiewicz, A., Basta, P., Petriczko, E., Machaliński, B., Trzeciak, J., Luczkowska, K., Skarpańska-Stejnborn, A. (2018). An attempt to induce an immunomodulatory effect in rowers with spirulina extract. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 1-12.

<https://doi.org/10.1186/s12970-018-0213-3>

Kalpana, K., Kusuma, D. L., Lal, P. R., Khanna, G.L. (2017). Impact of spirulina on exercise induced oxidative stress and post exercise recovery heart rate of athletes in comparison to a commercial antioxidant. *Food Nutr J*, 2(4), 139.

<https://doi.org/10.29011/2575-7091.100039>

Kashani, A., Keshavarz, S.A., Jafari-Vayghan, H., Azam, K., Hozoori, M., Alinavaz, M., Djafarian, K. (2022). Preventive effects of *Spirulina platensis* on exercise-induced muscle damage, oxidative stress and inflammation in taekwondo athletes: A randomized cross-over trial. *Pharmaceutical Sciences*, 28(4), 589–595.

<https://doi.org/10.34172/PS.2022.9>

Kerna, N.A., Nwokorie, U., Ann, M., Ortigas, C., Chawla, S., Pruitt, K.D., Flores, J., Holets, H.M., Carsrud, V., Waugh, S., Ii, J.A. (2022). Spirulina consumption: Concerns regarding contaminants and uncommon but possible adverse reactions and interactions. *EC Pharmacology and Toxicology*, 10, 69–78.

Krokidas, A., Gakis, A. G., Aktypi, O., Antonopoulou, S., Nomikos, T. (2024). Effect of Spirulina Nigrita® supplementation on indices of exercise-induced muscle damage after eccentric protocol of upper limbs in apparently healthy volunteers. *Nutrients*, 16(11), 1651.

<https://doi.org/10.3390/nu16111651>

La Mantia, I., Maniaci, A., Scibilia, G., Scollo, P. (2024). Effects of a dietary microalgae (*Arthrospira platensis*) supplement on stress, well-being, and performance in water polo players: A clinical case series. *Nutrients*, 16(15), 2421.

<https://doi.org/10.3390/nu16152421>

Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J.M., González-López, C., Ación-Fernández, F. G. (2020). Spirulina for the food and functional food industries. *Food Research International*, 137, 109356.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109356>

Li, J., Zhang, Y., Yang, S., Lu, Z., Li, G., Liu, J., Zhou, B., Wu, D., Wang, L. (2021). Isolation, purification, characterization, and immunomodulatory activity analysis of  $\alpha$ -glucans from *Spirulina platensis*. *ACS Omega*, 6(33), 21384–21394.

<https://doi.org/10.1021/acsomega.1c02175>

Liao, B., Zheng, J., Xia, C., Chen, X., Xu, Q., Duan, B. (2023). The potential, challenges, and prospects of the genus *Spirulina* polysaccharides as future multipurpose biomacromolecules. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253, 127482.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127482>

Liestianty, D., Rodianawati, I., Arfah, R.A., Assa, A., Patimah, Sundari, Muliadi. (2019). Nutritional analysis of spirulina sp to promote as superfood candidate. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 509, 012031.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012031>

Liu, J., Zhu, X., Sun, L., Gao, Y. (2022). Characterization and anti-diabetic evaluation of sulfated polysaccharide from *Spirulina platensis*. *Journal of Functional Foods*, 95, 105155.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105155>

Lohoues E.G.-G.C., Djinh J.M.A., Sess E.C.C. (2015). Evaluation of the anti-oxidant effect of spirulina on marathon runners in cote d'ivoire. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(5), 392.

<https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000392>

Markus, I., Constantini, K., Hoffman, J.R., Bartolomei, S., Gepner, Y. (2021). Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 121(4), 969–992.

<https://doi.org/10.1007/S00421-020-04566-4>

Metsios, G. S., Moe, R. H., Kitas, G. D. (2020). Exercise and inflammation. *Best Practice ve Research Clinical Rheumatology*, 34(2), 101504.

<https://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101504>

Moor, A.M., V., Anatole Pieme, C., René Nkeck, J., Cabral Biapa Nya, P., Ikomey Mondinde, G., Amazia, F., Kouanfack, C., Claire Okomo Assoumou, M., Ngogang, J. (2021). Effects of *Spirulina platensis* on the Immune Status, Inflammatory and Oxidative Markers of HIV Patients on Antiretroviral Therapy in Cameroon. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 50–57.

<https://doi.org/10.31080/asps.2020.05.0683>

Moradi, S., Foshati, S., Poorbaferani, F., Talebi, S., Bagheri, R., Amirian, P., Parvizi, F., Nordvall, M., Wong, A., Zobeiri, M. (2023). The effects of spirulina supplementation on serum iron and ferritin, anemia parameters, and fecal occult blood in adults with ulcerative colitis: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Clinical Nutrition ESPEN*, 57, 755–763.

<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.08.019>

Naeini, F., Zarezadeh, M., Mohiti, S., Tutunchi, H., Ebrahimi Mamaghani, M., Ostadrahimi, A. (2021). Spirulina supplementation as an adjuvant therapy in enhancement of antioxidant capacity: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *International Journal of Clinical Practice*, 75(10), e14618.

<https://doi.org/10.1111/ijcp.14618>

Oz, M., Gokbel, H. (2023). Effects of Spirulina on Some Oxidative Stress Parameters and Endurance Capacity in Regular and Strenuous Exercises. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 16(2), 371–377.

<https://doi.org/10.54319/jjbs/160222>

Papadimitriou, T., Kormas, K., Vardaka, E. (2021). Cyanotoxin contamination in commercial *Spirulina* food supplements. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 16(3), 227–235.

<https://doi.org/10.1007/s00003-021-01324-2>

Pappas, A., Tsiokanos, A., Fatouros, I. G., Poullos, A., Kourtas, D., Goutzourelas, N., Giakas, G., Jamurtas, A. Z. (2021). The effects of spirulina supplementation on redox status and performance following a muscle damaging protocol. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3559.

<https://doi.org/10.3390/ijms22073559>

Pareek, A., Kasvan, B. R., Singh, N. (2023). Effect of a novel dietary supplement Khejri, and Spirulina supplementation on lipid profile in cricket players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4.

<https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1075388>

Pham, T.X., Park, Y.K., Lee, J.Y. (2016). Anti-Inflammatory effects of *Spirulina platensis* extract via the modulation of histone deacetylases. *Nutrients*, 8(6), 381.

<https://doi.org/10.3390/nu8060381>

Powers, S.K., Deminice, R., Ozdemir, M., Yoshihara, T., Bomkamp, M.P., Hyatt, H. (2020). Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *Journal of Sport and Health Science*, 9(5), 415–425.

<https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2020.04.001>

Priyanka, S., Varsha, R., Verma, R., Babu, A. S. (2023). Spirulina: A spotlight on its nutraceutical properties and food processing applications. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(6), e4785.

<https://doi.org/10.55251/jmbfs.4785>

Rajasekar, P., Palanisamy, S., Anjali, R., Vinosha, M., Elakkiya, M., Marudhupandi, T., Tabarsa, M., You, S. G., Prabhu, N.M. (2019). Isolation and structural characterization of sulfated polysaccharide from *Spirulina platensis* and its bioactive potential: In vitro antioxidant, antibacterial activity and Zebrafish growth and reproductive performance. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 809–821.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.024>

Ramírez-Rodrigues, M.M., Estrada-Beristain, C., Metri-Ojeda, J., Pérez-Alva, A., Baigts-Allende, D.K. (2021). *Spirulina platensis* protein as sustainable ingredient for nutritional food products development. *Sustainability*, 13(12), 6849.

<https://doi.org/10.3390/su13126849>

Reboleira, J., Freitas, R., Pinteus, S., Silva, J., Alves, C., Pedrosa, R., Bernardino, S. (2019). Spirulina. *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*, 409–413.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00055-2>

Rubio, C., Dominik-Jakubiec, M., Paz, S., Gutiérrez, Á.J., González-Weller, D., Hardisson, A. (2021). Dietary exposure to trace elements (B, Ba, Li, Ni, Sr, and V) and toxic metals (Al, Cd, and Pb) from the consumption of commercial preparations of *Spirulina platensis*. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 22146–22155.

<https://doi.org/10.1007/s11356-020-12260-3>

Rzymiski, P., Jaśkiewicz, M. (2017). Microalgal food supplements from the perspective of Polish consumers: Patterns

of use, adverse events, and beneficial effects. *Journal of Applied Phycology*, 29(4), 1841–1850.

<https://doi.org/10.1007/s10811-017-1079-5>

Sadeghi, T., Marvizadeh, M.M., Ebrahimi, F., Mafi, S., Foughani, O., Nafchi, A.M. (2023). Assessment of nutritional and antioxidant activity of sport drink enriched with *Spirulina platensis*. *Journal of Chemical Health Risks*, 13(3), 485–496.

Salgado, M.T.S.F., Silva, M.C.S., Fratelli, C., Braga, A. R.C., Lopes, T.B.G., Ferreira, E., da Silva, I.L.D., Paiva, L. S. de, Votto, A.P. de S. (2024). Bioactive C-phycoerythrin exerts immunomodulatory and antitumor activity in mice with induced melanoma. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 484, 116874.

<https://doi.org/10.1016/j.taap.2024.116874>

Seghiri, R., Kharbach, M., Essamri, A. (2019). Functional composition, nutritional properties, and biological activities of moroccan spirulina microalga. *Journal of Food Quality*, 2019, 3707219.

<https://doi.org/10.1155/2019/3707219>

Shah, M.A.R., Zhu, F., Cui, Y., Hu, X., Chen, H., Kayani, S.I., Huo, S. (2024). Mechanistic insights into the nutritional and therapeutic potential of *Spirulina* (Arthrospira) spp.: Challenges and opportunities. *Trends in Food Science and Technology*, 151, 104648.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104648>

Sibiya, T., Ghazi, T., Mohan, J., Nagiah, S., Chuturgoon, A.A. (2022a). *Spirulina platensis* ameliorates oxidative stress associated with antiretroviral drugs in HepG2 cells. *Plants*, 11(22), 3143.

<https://doi.org/10.3390/plants11223143>

Sibiya, T., Ghazi, T., Mohan, J., Nagiah, S., Chuturgoon, A.A. (2022b). *Spirulina platensis* mitigates the inhibition of selected miRNAs that promote inflammation in HAART-treated HepG2 cells. *Plants*, 12(1), 119.

<https://doi.org/10.3390/plants12010119>

Silva, M.R.O.D., Da Silva, G., Silva, A.L.F.D., Lima, L.R.A.D., Bezerra, R.P., ve Marques, D.D.A.V. (2021). bioactive compounds of *Arthrospira* spp. (*Spirulina*) with Potential anticancer activities: A systematic review. *ACS Chemical Biology*, 16(11), 2057–2067.

<https://doi.org/10.1021/acscchembio.1c00568>

- Sinetova, M. A., Kupriyanova, E. V., Los, D. A. (2024). Spirulina/arthrospira/limnospira—three names of the single organism. *Foods*, 13(17), 2762. <https://doi.org/10.3390/foods13172762>
- Spínola, M. P., Mendes, A. R., Prates, J. A. M. (2024). Chemical Composition, bioactivities, and applications of Spirulina (*Limnospira platensis*) in food, feed, and medicine. *Foods*, 13(22), 3656. <https://doi.org/10.3390/foods13223656>
- Srivastava, S., Rahman, M.A., Sundaram, S. (2024). Immunomodulatory effects of edible microalgae. *Immune-Boosting Nutraceuticals for Better Human Health*. 259-288. <https://doi.org/10.1201/9781003371069-14>
- Su, M., Zhang, S., Yang, D. (2013). Protective effect of Spirulina against cell DNA damage and oxidative stress induced by exhaustive exercise. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 6(2), 125–131. <https://doi.org/10.13005/bpj/394>
- Supriya, R., Delfan, M., Saeidi, A., Samaie, S.S., Al Kiyumi, M.H., Escobar, K.A., Laher, I., Heinrich, K.M., Weiss, K., Knechtle, B., Zouhal, H. (2023). Spirulina supplementation with high-intensity interval training decreases adipokines levels and cardiovascular risk factors in men with obesity. *Nutrients*, 15(23), 4891. <https://doi.org/10.3390/nu15234891>
- Suzuki, K., Hayashida, H. (2021). Effect of exercise intensity on cell-mediated immunity. *Sports*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.3390/sports9010008>
- Tan, K.C., Pham, T.X., Lee, Y., Lee, J.-Y., Balunas, M.J. (2021). Identification of apocarotenoids as chemical markers of in vitro anti-inflammatory activity for spirulina supplements. *J. Agric. Food Chem*, 69(43), 12674-12685. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03015>
- Thomas, D.T., Burke, L.M., Erdman, K.A. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Uppin, V., Dharmesh, S.M., Sarada, R. (2022). Polysaccharide from *Spirulina platensis* evokes antitumor activity in gastric cancer cells via modulation of galectin-3 and exhibited Cyto/DNA protection: Structure-function study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(23), 7058–7069. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00176>
- Wan, D., Wu, Q., Kuča, K. (2021). Spirulina. *Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity*, 959–974. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821038-3.00057-4>
- Wang, J., Liu, S., Li, G., Xiao, J. (2020). Exercise Regulates the immune system. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1228, 395–408. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1\\_27](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_27)
- Wang, Y.-Y., Xu, B.-L., Dong, C.-M., Sun, Y.-Y. (2023). The nutritional value of Spirulina and utilization research. *Life Research*, 6(3), 15. <https://doi.org/10.53388/LR20230015>
- Wu, Q., Liu, L., Miron, A., Klímová, B., Wan, D., Kuča, K. (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. *Archives of Toxicology*, 90(8), 1817-1840. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1744-5>
- Zhang, Y., Zhang, Y., Wu, W., Xu, Y., Li, X., Qiu, Q., Chen, H. (2022). Effects on spirulina supplementation on immune cells' parameters of elite college athletes. *Nutrients*, 14(20), 4346. <https://doi.org/10.3390/nu14204346>
- Zhou, J., Wang, M., Bäuerl, C., Cortés-Macías, E., Calvo-Lerma, J., Carmen Collado, M., Barba, F.J. (2023). The impact of liquid-pressurized extracts of *Spirulina*, *Chlorella* and *Phaedactylum tricornutum* on in vitro antioxidant, anti-inflammatory and bacterial growth effects and gut microbiota modulation. *Food Chemistry*, 401, 134083. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134083>
- Zhou, Z., Chen, C., Teo, E. C., Zhang, Y., Huang, J., Xu, Y., Gu, Y. (2022). Intracellular Oxidative stress induced by physical exercise in adults: Systematic review and meta-analysis. *Antioxidants*, 11(9), 1751. <https://doi.org/10.3390/antiox11091751>



**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-2834

## Instructions to Reviewers and Authors

The journal “**FOOD and HEALTH**” establishes the highest standards of publishing ethics and benefits from the contents of the [International Committee of Medical Journal Editors \(ICMJE\)](#), [World Association of Medical Editors \(WAME\)](#), [Council of Science Editors \(CSE\)](#), [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#), [European Association of Science Editors \(EASE\)](#), [Open Access Scholarly and Publishers Association \(OASPA\)](#), and [Directory of Open Access Journals \(DOAJ\)](#).

### Journal Publisher Policy

#### 1. Aims and Scope

Our journal started its publication life as "Journal of Food and Health Sciences" between 2015-2017. In 2018, its name was changed to "Food and Health". The journal “**FOOD AND HEALTH**” publishes peer-reviewed (double-blind) original research, communication and review articles covering all aspects of food science and its effects on health. Our journal will be published quarterly in English or Turkish language.

#### 2. Scientific Quality and Objectivity

The journal evaluates and publishes research articles and reviews, adhering to high scientific standards. Adhering to the principle of impartiality, it strictly complies with ethical rules to prevent conflicts of interest among editors, referees, and authors.

#### 3. Open Access

The journal adopts an open-access policy that supports open and free access to information. This aims to increase access to scientific knowledge in society at large by making science available to a wider audience.

Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

The “**FOOD and HEALTH**” journal provides a platform for the open public discussion of the journal contents. To secure accountability and to encourage sincere professional inputs without incivilities, the system is set up to require registration and logging for the recording of inputs. Some website contents will be available without logging, but no peer review comments can be posted without disclosing the reviewer’s identity to the journal editors.

The copyright of any open-access article in the “**FOOD and HEALTH**” journal published on the "ScientificWeb-Journals" web portal hosted by “[DergiPark](#)” belongs to the author(s).

Publications must be original, and appropriate attribution must be made when quoting other sources. In our journal, plagiarism is considered a serious crime. For this reason, all articles submitted to the "Aquatic Research" journal must undergo a preliminary evaluation. Advanced Plagiarism Detection Software (iThenticate, etc.) tools will be used.

Research funding sources and conflicts of interest should be clearly stated. It is important to disclose and not conceal conflicts of interest.

# FOOD and HEALTH



**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-2834

## 5. Language:

Articles should be written to a scientific journal standard, and care should be taken regarding grammar and spelling errors.

## Editors' Responsibilities

### 1. Maintaining High Scientific Standards:

To ensure that the articles published in the journal comply with high scientific standards.

To ensure full compliance with ethical rules and journal policies.

### 2. Managing the Article Evaluation Process:

To effectively manage the article evaluation process and support a rapid publication process.

To adopt the principles of double-blind arbitration and maintain the principles of expertise and impartiality in selecting arbitrators.

### 3. Making Editorial Decisions:

Consider referee evaluations to make decisions about accepting or rejecting articles for publication.

Maintaining transparency and openness in the editorial process.

### 4. Contact with Authors:

Maintaining effective and constructive communication with authors.

They provide authors with regular updates on the status of their articles, correction requests, and publication dates.

### 5. Managing Journal Policies:

Keep the journal's policies and guidelines updated and revise them as needed.

To provide a reliable platform between readers and writers.

## Responsibilities of Referees

### 1. Objectivity and Expertise:

To comply with the principles of double-blind refereeing and to evaluate articles impartially.

Evaluating articles by focusing on areas of expertise on the subject.

### 2. Privacy and Reliability:

To protect the confidentiality of the article evaluation process.

Provide reliable and constructive feedback to authors, journal editors, and other reviewers.

### 3. Timely Evaluation:

Evaluating articles by the timelines determined by the journal.

Informing editors promptly in case of delays.

### 4. Compliance with Ethical Rules:

To ensure full compliance with ethical standards and journal policies.

Clearly express conflicts of interest and withdraw from the evaluation process when necessary.

### 5. Constructive Feedback to Writers:

Provide clear and constructive feedback to authors and suggest improving the article when necessary.

# FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA  
Vegetables Seafood Temperature  
Toxins Quality Additives  
Moisture Life Antioxidants  
Pasture Food Chemistry  
Sugar Processing Health Technology  
Control Spoilage Packaging Nutrition  
Dietary Microbiology Safety Milk  
Fat HACCP Water Science  
Meat Omega-3 Sensory  
Supplement

**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-2834

## Preparation of the Manuscript

Manuscripts prepared in Microsoft Word must be converted into a single file before submission. Please start with the title page and insert your graphics (schemes, figures, *etc.*) and tables in the one main text (Word Office file).

Title (should be clear, descriptive, and not too long)

Full Name(s) and Surname (s) of author(s)

ORCID ID for all author (s) (<http://orcid.org/>)

Authors complete correspondence Address (es) of affiliations and e-mail (s)

Abstract

Keywords (indexing terms), usually 3-6 items

Introduction

Material and Methods

Results and Discussion

Conclusion

Compliance with Ethical Standards

- **Conflict of Interest:** When you (or your employer or sponsor) have a financial, commercial, legal, or professional relationship with other organisations or people working with them, a conflict of interest may arise that may affect your research. A full description is required when you submit your article to a journal.
- **Ethics committee approval:** Ethical committee approval is routinely requested from every research article based on experiments on living organisms and humans. Sometimes, studies from different countries may not have the ethics committee's approval, and the authors may argue that they do not need support for their work. In such situations, we consult COPE's "Guidance for Editors: Research, Audit, and Service Evaluations" document, evaluate the study with the editorial board, and decide whether or not it needs approval.
- **Data availability:** The data availability statement/data access statement informs the reader where research data associated with an article is available and under what conditions the data can be accessed, and may include links to the dataset, if any.

One of the following should be selected and stated in the submitted article;

1. No data was used for the research described in the article.
2. The data that has been used is confidential.
3. The authors do not have permission to share the data.
4. Data will be made available on request.
5. The author is unable to specify which data has been used or has chosen not to.
6. Other (please explain; for example, I have shared the link to my data in the attached file step).

• **Funding:** If there is any, the institutions that support the research and the agreements with them should be given here.

• **Acknowledgment:** Acknowledgments allow you to thank people and institutions who assist in conducting the research.

• **Disclosure:** Explanations about your scientific / article work that you consider ethically important.

## References

Tables (all tables given in the main text)

Figures (all figures/photos shown in the main text)

## Manuscript Types

**Original Articles:** This is the most essential type of article since it provides new information based on original research. The main text should contain "Title", "Abstract", "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion", "Conclusion", "Compliance with Ethical Standards", and "References" sections.

Statistical analysis to support conclusions is usually necessary. International statistical reporting standards must conduct statistical analyses. Information on statistical analyses should be provided with a separate subheading under the Materials and Methods section, and the statistical software used during the process must be specified.

Units should be prepared by the International System of Units (SI).

# FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA  
Vegetables Seafood Temperature  
Toxins Quality Additives  
Moisture Life Antioxidants  
Pastorization Food Chemistry  
Sugar HACCP Processing Health  
Control Spoilage Packaging Safety  
Dietary Product Water Nutrition  
Fat HACCP Processing Safety  
Meat Omega-3 Supplement  
Milk Safety  
Onion Storage  
Bread Storage

FOOD  
and  
HEALTH  
E-ISSN 2602-2834

**Review Articles:** Reviews prepared by authors with extensive knowledge of a particular field and whose scientific background has been translated into a high volume of publications with a high citation potential are welcomed. The journal may even invite these authors. Reviews should describe, discuss, and evaluate the current knowledge level of a research topic and should guide future studies. The main text should start with the Introduction and end with the Conclusion sections. Authors may choose to use any subheadings in between those sections.

**Short Communication:** This type of manuscript discusses important parts, overlooked aspects, or lacking features of a previously published article. Articles on subjects within the journal's scope that might attract the readers' attention, particularly educative cases, may also be submitted as a "Short Communication". Readers can also comment on the published manuscripts as a "Short Communication". The main text should contain "Title", "Abstract", "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion", "Conclusion", "Compliance with Ethical Standards", and "References" sections.

**Table 1.** Limitations for each manuscript type

| Type of manuscript  | Page      | Abstract word limit | Reference limit |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------------|
| Original Article    | ≤30       | 200                 | 40              |
| Review Article      | no limits | 200                 | 60              |
| Short Communication | ≤5        | 200                 | 20              |

## Tables

Tables should be included in the main document and presented after the reference list, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text. A descriptive title must be placed above the tables. Abbreviations in the tables should be defined below them by footnotes (even if they are defined within the main text). Tables should be created using the "insert table" command of the word processing software and arranged clearly to provide easy reading. Data presented in the tables should not be a repetition of the data presented within the main text but should support the main text.

## Figures and Figure Legends

Figures, graphics, and photographs should be submitted through the submission system in the main document's Word files (in JPEG or PNG format). Any information within the images that may indicate an individual or institution should be blinded. The minimum resolution of each submitted figure should be 300 DPI. To prevent delays in the evaluation process, all submitted figures should be clear in resolution and large (minimum dimensions: 100 × 100 mm). Figure legends should be listed at the end of the primary document.

All acronyms and abbreviations used in the manuscript should be defined at first use, both in the abstract and in the main text. The abbreviation should be provided in parentheses following the definition.

When a drug, product, hardware, or software program is mentioned within the main text, product information, including the name of the product, the producer of the product, and city and the country of the company (including the state if in the USA), should be provided in parentheses in the following format: "Discovery St PET/CT scanner (General Electric, Milwaukee, WI, USA)."

All references, tables, and figures should be referred to within the main text and numbered consecutively in the order they are referred to within it.

Limitations, drawbacks, and shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

## References

**The citation style and methods that comply with the scientific standards that should be used in the "FOOD and HEALTH" journal for the sources used by the authors in their works are given below.**

Reference System is APA 6<sup>th</sup> Edition (with minor changes)

The APA style calls for three kinds of information to be included in in-text citations. The author's last name and the work's publication date must always appear, and these items must match exactly the corresponding entry in the references list. The third kind of information, the page

# FOOD and HEALTH



**FOOD  
and  
HEALTH**  
E-ISSN 2602-2834

number, appears only in a citation to a direct quotation.

....(Erkan, 2011).

....(Mol and Erkan, 2009).

....(Özden et al., 2021).

....(Mol and Erkan, 2009; Erkan, 2011; Özden et al., 2021).

## Citations for a Reference Section:

### An article

**Olcay, N., Aslan, M., Demir, M.K., Ertas, N. (2021).** Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.

<https://doi.org/10.3153/FH21025>

(if a DOI number is available)

### A book in print

**Harrigan, W.F. (1998).** Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, pp. 308. ISBN: 9780123260437

### A book chapter

**Craddock, N. (1997).** Practical management in the food industry A case study. In Food Allergy Issues for the Food Industry; Lessof, M., Ed.; Leatherhead Food RA: Leatherhead, U.K., pp 25-38. ISBN: 4546465465

### A webpages

**CDC (2020).** Rift Valley Fever | CDC.

<https://www.cdc.gov/vhf/rvf/index.html> (accessed 20.08.2020).

## Revisions

When submitting a revised version of a paper, the author must submit a detailed “Response to the reviewers” that states point by point how each issue raised by the reviewers has been covered and where it can be found (each reviewer’s comment, followed by the author’s reply and line numbers where the changes have been made) as well as an annotated copy of the primary document. Revised manuscripts must be submitted within 15 days from the date of the decision letter. If the revised version of the manuscript is not submitted within the allocated time, the revision option may be cancelled. If the submitting author(s) believe that additional time is required, they should request this extension before the initial 15-day period is over.

Accepted manuscripts are copy-edited for grammar, punctuation, and format. Once the publication process of a manuscript is completed, it is published online on the journal’s webpage as an ahead-of-print publication before it is included in its scheduled issue. A PDF proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author, and their publication approval is requested within two days of their receipt of the proof.