

E-ISSN 2602-2834 Vol. 9 Issue 2 2023

FOOD and HEALTH



<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH



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

Chief Editor:

Prof.Dr. Nuray ERKAN, Istanbul-Turkey

nurerkan@istanbul.edu.tr

Subjects: Processing Technology, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Co-Editor in Chief:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN, Istanbul-Turkey

ozden@istanbul.edu.tr

Subjects: Fisheries, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Cover Photo:

Image by [Tracy Lundgren](#) from [Pixabay](#)

Editorial Board:

Prof.Dr. Bhesh BHANDARI, Brisbane-Australia

b.bhandari@uq.edu.au

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Queensland, Faculty of Science

Prof.Dr. İBRAHİM ÇAKIR, Bolu-Turkey

icakir55@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Abant İzzet Baysal, Faculty of Engineering,

Department of Food Engineering

Prof.Dr. Stephan G. DRAGOEV, Filibe-Bulgaria

logos2000lt@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Food Technologies

Prof.Dr. Carsten HARMS, Bremerhaven-Germany

charms@hs-bremerhaven.de

Subjects: Biology

Institution: Bremerhaven Institute for Applied Molecular Biology

Prof.Dr. Marcello IRITI, Milano-Italy

marcello.iriti@unimi.it

Subjects: Food Sciences and Engineering, Nutrition and Dietetics

Institution: Milan State University, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Department of Agricultural and Environmental Sciences

Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ, Konya-Turkey

aoksuz@konya.edu.tr

Subjects: Fisheries, Nutrition and Dietetics, Medicine

Institution: University of Necmettin Erbakan, Faculty of Nutrition and Health

Prof.Dr. Petras Rimantas VENSKUTONIS,

Kaunas-Lithuania

rimas.venskutonis@ktu.lt

Subjects: Food Sciences

Institution: Kaunas University of Technology

Prof.Dr. Peter RASPOR, Izola-Slovenia

Peter.Raspor@fvz.upr.si

Subjects: Food Sciences and Engineering, Mathematics and Science

Institution: University of Primorska, Faculty of Health

Sciences, Institute for Food, Nutrition and Health

Prof.Dr. Aydın YAPAR, Aydın-Turkey

ayapar@pau.edu.tr

Subjects: Food Technology

Institution: Pamukkale University, Faculty of Engineering,

Department of Food Engineering

Assoc.Prof.Dr. Alaa El-Din Ahmed BEKHIT,

Dunedin-New Zealand

aladin.bekhit@otago.ac.nz

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Otago, Department of Food Science



Publisher Özkan Özden

Copyright © 2023 ScientificWebJournals Web Portal

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

E-mail: swj@scientificwebjournals.com

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 Health
Pastorization Food Safety
Sugar HACCP Packaging Processing Nutrition Sensory
Control Microbiology Water
Dietary Supplements
Meat Omega-3m Supplement
Milk Safety
Fruit Antimicrobial
Omega-3 health
Bread Storage
Chemistry
Grain
Amin
Additives

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

“Food and Health” journal will publish peer-reviewed (double-blind) articles covering all aspects of **food science and their health effect** in the form of 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.

Food / Seafood / Food Technology / Food Chemistry / Food Microbiology/Food Quality/Food Safety/Food Contaminant / Food Allergen / Food Packaging / Modified Food / Functional Food / Dietary Supplements / Nutrition and their health effect is the general topics of the journal.

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 in order 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 English or Turkish language.

The journal's target audience includes specialists and professionals working and interested in all disciplines of food and Nutrition Sciences.

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), and Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors

(EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal is in conformity with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

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

Processing and publication are free of charge with 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 the required forms are available on the journal's web page.

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



Vol. 9 Issue 2 Page 98-183 (2023)

Content

RESEARCH ARTICLES

- 1. Lactulose fortification in guava preserves: Effect on nutritional quality** 98-107
Monika SINGH Radha KUSHWAHA Vinti SINGH Rahul AGRAWAL Anil PRAJAPATI Devinder KAUR
- 2. Çeşitli elmaların aroma bileşikleri ve kalite özellikleri** 108-116
Gülcan KOYUNCU Tuğba KILIÇ
- 3. Nano SiO₂ katkılı polihidroksietilmetakrilat (PHEMA) filmlerinin mekanik, termal ve biyobozunur davranış özellikleri** 117-128
Sinan TEMEL Elif YAMAN Mehmet Fatih GÖZÜKIZIL Fatma Özge GÖKMEN
- 4. Genç erişkinlerde beslenme okuryazarlığı düzeyi yaşam kalitesi ile ilişkili midir?** 129-138
Sinem EREM Zeynep BEKTAŞ
- 5. Chard extract increased gastric sialic acid and ameliorated oxidative stress in valproic acid-administered rats** 139-147
Burcin ALEV Sevim TUNALI Ünsal Veli ÜSTÜNDAĞ Hazal İPEKÇİ Ebru EMEKLİ ALTURFAN Tuğba TUNALI-AKBAY Refiye YANARDAĞ Ayşen YARAT
- 6. İlkel buğday çeşitleri [dinkel (*Triticum spelta*), siyez (*Triticum monococcum*) ve kavılca (*Triticum dicoccum*)] kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının bazı kalite özellikleri** 148-159
Ezgi ÖZGÖREN Fatma IŞIK
- 7. Dietary fibers of fenugreek seeds: Storage stability and food application** 160-169
İzzet TÜRKER Hilal İŞLEROĞLU

REVIEW ARTICLES

- 8. Kahve nutrasötik bileşenlerinin ve kafeinin enerji regülasyonu ve egzersiz performansı üzerine etkisi** 170-183
Leyla ERUL Tülay ÖZCAN



Lactulose fortification in guava preserves: Effect on nutritional quality

Monika SINGH, Radha KUSHWABA, Vinti SINGH, Rabul AGRAWAL, Anil PRJAPATI, Devinder KAUR

Cite this article as:

Singh, M., Kushwaba, R., Singh, R., Prjapati, A., Kaur, D. (2023). Lactulose fortification in guava preserves: Effect on nutritional quality. *Food and Health*, 9(2), 98-107. <https://doi.org/10.3153/FH23009>

University of Allahabad, Science
Faculty, Center of Food Technology,
Campus Prayagraj Uttar Pradesh, India

ORCID IDs of the authors:

M.S. 0000-0003-2104-7214
R.K. 0000-0002-9261-1823
V.S. 0000-0002-1919-5392
R.A. 0000-0002-8131-7418
A.P. 0000-0001-5669-8784
D.K. 0000-0002-8131-7418

Submitted: 19.05.2022

Revision requested: 08.10.2022

Last revision received: 11.10.2022

Accepted: 12.10.2022

Published online: 06.03.2023

Correspondence:

Devinder KAU

E-mail: Devi_sonu@yahoo.com



© 2023 The Author(s)

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

ABSTRACT

This study examined the lactulose-fortified low-calorie guava preserves. The results showed that sucrose, used as a sweetener in guava preserves, could be partially substituted by lactulose without significantly affecting the overall quality of the preserves. The physicochemical properties, antioxidant activity, and sensory evaluation of guava preserves with substitute lactulose were evaluated. The main aim of this study was to develop probiotic guava preserves from two guava cultivars, namely, Safeda and Chittidar. The guava preserves without lactulose were used as control samples which contained 50% w/w sucrose of pulp, while lactulose-treated preserves replaced sucrose with 25%, 50%, and 75% w/w of lactulose. The finding showed that probiotics did not significantly differ between control and treated samples. The range of ascorbic acid content of guava preserves was 98.2-102.6 mg/100g. Lactulose did not show a statistically significant effect on the level of ascorbic acid in guava preserves. The mineral content and antioxidant properties of guava preserves supplemented with lactulose were higher than those not supplemented with lactulose. The guava preserves with 50% lactulose were most accepted.

Keywords: Antioxidant activity, Ascorbic acid, Lactulose, Physicochemical properties, Prebiotics, Preserve

Introduction

Besides that, guava is a seasonal fruit with a short shelf life. This fresh produce of fruit is more susceptible to disease organisms because of the high respiration rate after harvesting. Guava is a seasonal fruit and having a short shelf life. Therefore, to make it available throughout the year, we can develop some functional food using guava, like guava preserve, etc. The traditional method to increase the nutritional quality of fruit products is to incorporate dietary ingredients which enhance the nutritional quality of products. New functional components such as probiotics and prebiotics like lactulose and fructooligosaccharides are being used in this direction (Renuka *et al.*, 2009). Prebiotic materials aid the growth and activity of bacterial species, especially probiotics in the gut. Prebiotics cherish the favorable gut microbes, stimulate their proliferation, and increases their action, such as *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* (Juskiewicz and Zdunczyk, 2002; Rastall, 2010). Lactulose has all the above prebiotic properties, and it is a non-digestible disaccharide widely used in the pharmaceutical industry to make medicine for acute and chronic constipation. It is sweet in taste, which is very similar to sucrose. They help to prevent cardiovascular disease by decreasing total cholesterol and lipid in the serum (Renuka *et al.*, 2009). Prebiotics maintain the colon's health because they consist of dietary fiber, which is not absorbed by the intestine and increases fecal matter, and intestinal transit time, which relieves constipation and improves the general health of humans. It absorbs carcinogenic matter, which reduces the risk of colorectal cancer. Lactulose fermentation occurs by colonic bacteria, which produces small-chain fatty acids (SCFA) such as Acetate, Propionate, and Butyrate. These SCFA, especially butyrate, slow the growth of cancer cells and activate apoptosis in colon cancer cells. This process occurs through secondary chemoprevention. Which reduces the burden of carcinogens and decreases the number of mutations, thereby reducing cancer risk (Roy *et al.*, 2009; Scharlau *et al.*, 2009).

Thus, this study aims to develop the guava preserve by two guava cultivars pulp with prebiotic lactulose, to meet new consumer demand and maintain good colon health. This work also evaluates the proximate composition and antioxidant properties of guava preservation.

Materials and Methods

Development of Guava Preserve with Lactulose

Two selected guava cultivars were "Safeda and Chittidar" procured from Allahabad local market. Conventional guava

preserve was prepared according to the procedures described by Menezes *et al.* (2009) to be used as a control for comparing guava preserves with lactulose in Table 1. While in treatments, sugar was replaced with lactulose at different concentration labels (11.25-33.5%).

Table 1. Formulation of conventional guava preserves and prebiotic guava preserves with lactulose.

Treatments		Ingredients (%)
Safeda	Chittidar	
ST ₀	CT ₀	50% guava pulp, 45% sugar, and 5% pectin
ST ₁	CT ₁	50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose and 5% pectin
ST ₂	CT ₂	50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose and 5% pectin
ST ₃	CT ₃	50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose and 5% pectin

S=Safeda, C=Chittidar

The guava fruits were washed in running water and then sanitized in a 1% sodium hypochlorite solution for 2 min. The peel was removed using a peeler and cut into small pieces for blanching at 100°C. The Inalsa mixer grinder was used to make the pulp and pass it through a 6 mm mesh sieve. For conventional guava preserves, guava pulp and sugar were processed in an open pan, and the cooking was interrupted when it reached 75% soluble solid on the refractometer scale. To formulate the prebiotic guava preserves, guava pulp and sugar were cooked in an open pan. Until it reached 45% soluble solids, the lactulose and pectin were added at 80°C under constant stirring. The citric acid was added to the mixture at the end of the cooking process in all the treatments (Figure 1). Then all guavas preserve formulations were spread on a plate, cut into equal sizes, and dried in a tray dryer at 60°C for 4 hrs., then wrapped into a transparent film of polypropylene (Figure 2).

Physicochemical Analysis

The analysis of the levels of moisture, protein, ash, fat, and crude fiber was done according to the guidelines of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016). The percentage of carbohydrate content was determined by the formula method and titratable acidity by the titrimetric method and expressed as percent citric acid (AOAC, 2016). Estimating minerals like Ca, Fe, and P were performed according to Rangana 2005 by titration and spectroscopic method, respectively.

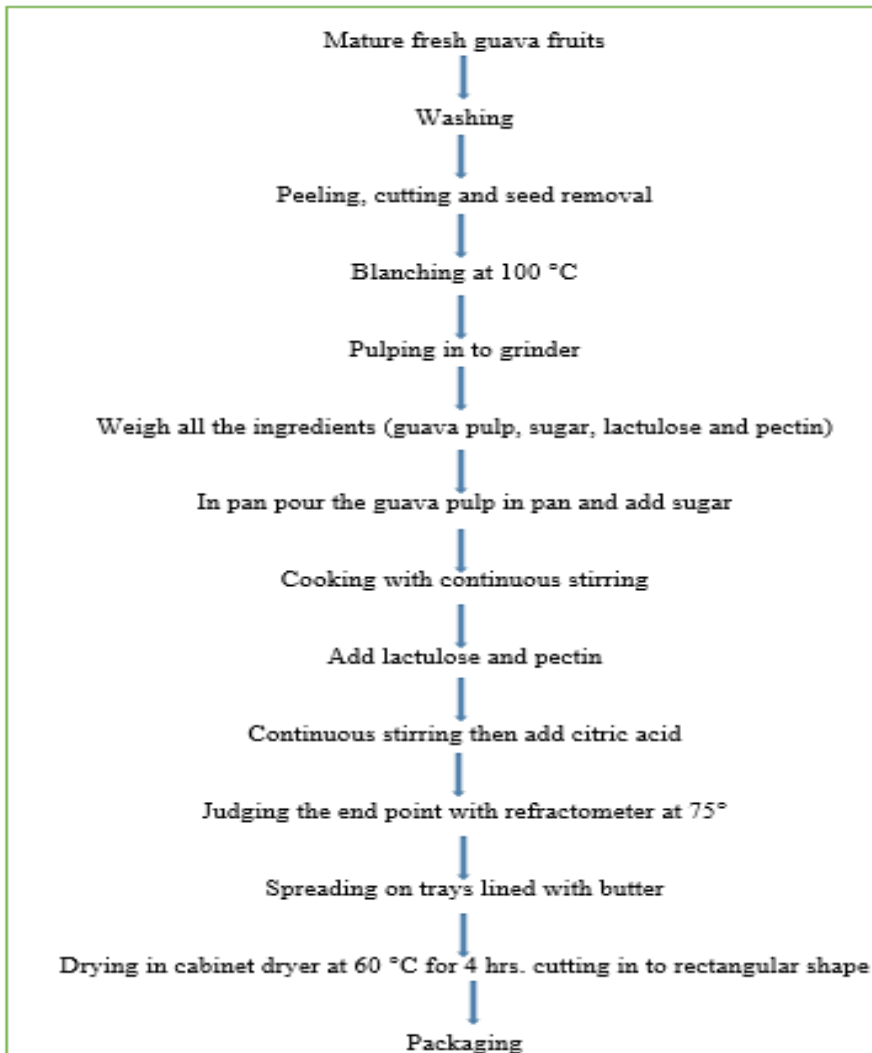


Figure 1. Flow chart of Preparation of Guava Preserve



S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose)

Figure 2. Guava preserve fortified with lactulose

Ascorbic Acid

Ascorbic acid was estimated by a 2, 6 dichlorophenol indophenol titration method. A 10 g sample was prepared in 3% (w/v) metaphosphoric acid, and the volume was made up to 100 mL with metaphosphoric acid. A filtered aliquot (5 mL) of the sample was titrated against standard 2, 6 dichlorophenol indophenol (2, 6 DCIP) dye solution until the pink color developed completely.

$$\text{mg ascorbic acid/mL} = (X - B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

where:

X = mL for sample titration

B = average mL for sample blank titration

F = titer of dye (= mg ascorbic acid equivalent to 1.0 mL indophenol standard solution)

E = mL assayed

V = volume of the initial assay solution

Y = volume of sample aliquot titrated

Sample Preparation for Antioxidant Analysis

The extracted solution of guava preserves for phenolic content and antioxidant analysis was prepared in 80% methanol. The extraction procedure was conducted with (0.5 g) samples and 10 mL extracting solvent using an orbital shaker for 1 hour at 300 rpm, and further antioxidant analysis (TPC, DPPH, FRAP, and ABTS) were performed with this extraction.

Total Phenolic Content (TPC)

TPC was determined by Folin–Ciocalteu method (ISO 14502:2005). 1 ml of extracted solution was mixed with 5 ml of Folin–Ciocalteu reagent, followed by the addition of 4 ml of sodium carbonate solution after 3 minutes but before 8 minutes. Subsequently, the mixture was incubated for 60 minutes in the dark, and its absorbance was measured at 765 nm. Gallic acid was used as the standard for the calibration curve. Results were expressed as milligrams of gallic acid equivalents per 100 g of sample (mg GAE/100 g of sample).

Antioxidants Properties

Percent (%) antiradical activity

The antiradical activity was determined by using the DPPH (1, 1- diphenyl 2- picrylhydrazyl) radical, according to Aquino *et al.*, (2001). The antioxidant capacity of the solvent extracts was determined through the evaluation of the free radical scavenging effect on the DPPH radical. An aliquot

(100 μ L) of the sample extract was mixed with 150 μ L of DPPH methanolic solution. The mixture was kept in the dark for 15 minutes to incubate the mixture. Absorbance was measured later at 515 nm against a blank of methanol, and the control sample was prepared the same as above without the test sample. The percent antiradical activity was calculated using the following formula:

% Antiradical activity =

$$\frac{\text{control Absorbance} - \text{Sample absorbance}}{\text{Control Absorbance}} \times 100$$

Ferric-reducing antioxidant power (FRAP)

FRAP value of guava preserve was determined by using TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) reagent according to Pulido *et al.*, (2000), and the result was expressed mmol of Fe (II) equivalent/g of sample.

Iron (Fe²⁺) chelating activity (%) =

$$\{1 - (\text{Abs. of sample} / \text{Abs. of control})\} \times 100$$

Antioxidant capacity determined by radical cations (ABTS)

A modified procedure was used to determine free radical scavenging activity as described by Re *et al.*, 1999. The ABTS⁺ stock solution (7 mM) was prepared through a reaction of 7 mM ABTS and 2.45 mM of potassium persulphate as the oxidizing agent. The working solution of ABTS⁺ was obtained by diluting the stock solution in ethanol to give an absorption of 0.70 \pm 0.02 at 734 nm. Sample extracts (10 μ L) were added to 90 μ L of ABTS⁺ solution, and absorbance was read at 734 nm at 30°C exactly 10 min after initial mixing. The percentage inhibition of ABTS⁺ of the test sample and known solutions of Trolox was calculated using the following formula:

$$\% \text{ Inhibition} = 100(A_0 - A) / A_0$$

Where A_0 is the first absorbance at 734 nm, obtained by measuring the same volume of solvent, and A is the final absorbance of the test sample at 734 nm.

Color Measurement & Analysis

The color of the preserves was measured using X-rite (Grandville, MI, USA). The color attributes, i.e., Hunter lightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*), were recorded 3 times for each sample ($n=3$). Additional color attributes, such as chroma, redness, whiteness value, and ΔE (total color change), were calculated with L^* , a^* , and b^* values.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Whiteness Value} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

$$\text{Redness Value} = a^* / b^*$$

Sensory Evaluation

The sensory evaluation of guava preserves was done by 9 points hedonic rate scale, which includes color, texture, taste, flavor, and overall acceptability. The semi-trained judge's panel was selected from the Center of Food Technology, Allahabad University. They rated guava preserves from zero to nine on the scale for the above parameters.

Statistical Analysis

The incorporation of prebiotics as lactulose in guava preserve and its effect on nutritional and antioxidant properties of guava preserve were analyzed using analysis of variance (ANOVA). All the experiments were carried out in triplicate.

Results and Discussion

Physicochemical Analysis

All Guava preserves (CT0, CT1, CT2, CT3 & ST0, ST1, ST2, and ST3) (S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose) were analyzed for proximate composition using AOAC 2016 standard methods and results are shown in Table 2. No significant difference was observed in fat, protein, and titratable acidity of guava preserves after treatment with prebiotics. Menezes *et al.*, (2012) reported the proximate value of low-calorie guava to preserve with three different percentages of lactulose that is 16%, 19.5%, and 23% and observed no significant difference in crude fiber, protein, and fat content of guava preserves after treatment with lactulose.

Table 2. Proximate composition of guava preserves

S.No.	Treatments	Moisture (%)	Ash (%)	Titratable acidity g/100g (as citric acid)	Fat %	Crude fiber %	Protein %	Carbo-hydrate %	Energy Kcal
1	C T0	24.76 ^{cd} ±4.33	0.95 ^a ±0.20	2.33 ^a ±1.2	1.84 ^a ±0.437	2.53 ^a ±0.0611	2.65 ^a ±0.116	67.27 ^e ±0.99	296.24 ^g ±1.22
2	C T1	37.53 ^d ±1.18	1.89 ^{abc} ±0.96	2.14 ^a ±0.94	1.75 ^a ±0.141	2.75 ^{ab} ±0.094	2.63 ^a ±0.105	53.45 ^{bc} ±0.85	240.07 ^c ±1.39
3	C T2	39.73 ^{bc} ±1.11	2.05 ^{bc} ±0.71	1.94 ^a ±0.92	1.68 ^a ±0.095	2.98 ^b ±0.125	2.67 ^a ±0.047	50.89 ^a ±0.52	229.36 ^b ±0.73
4	C T3	32.68 ^{ab} ±1.46	1.22 ^{ab} ±0.23	2.19 ^a ±1.00	1.58 ^a ±0.095	2.52 ^a ±0.375	2.68 ^a ±0.127	59.32 ^d ±1.08	262.44 ^d ±1.23
5	S T0	25.70 ^{ab} ±0.32	0.97 ^a ±0.013	2.01 ^a ±0.53	1.69 ^a ±0.319	2.48 ^a ±0.080	2.59 ^a ±0.082	66.59 ^e ±1.15	291.93 ^f 0.97
6	S T1	41.52 ^{abc} ±1.29	2.37 ^c ±0.56	2.11 ^a ±0.75	1.44 ^a ±0.362	2.61 ^a ±0.090	2.64 ^a ±0.176	49.09 ^a ±0.83	219.79 ^a ±1.31
7	S T2	39.80 ^a ±0.90	2.46 ^c ±0.45	1.95 ^a ±0.71	1.55 ^a ±0.182	2.86 ^a ±0.176	2.65 ^a ±0.075	51.45 ^{ab} ±0.62	227.27 ^b ±1.04
8	S T3	35.56 ^a ±0.88	1.97 ^{bc} ±0.49	2.17 ^a ±0.92	1.65 ^a ±0.105	2.42 ^a ±0.375	2.68 ^a ±0.152	55.72 ^c ±0.54	272.45 ^c ±2.00

Values expressed are mean ± standard deviation of the three experiments. Means in the same column with different letters were significantly different at p<0.05.

S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose)

Ash content first increased and then decreased with a higher percentage of lactulose. Menezes *et al.*, (2012) also reported a decrease in the ash content of guava preserves with increased lactulose added. Kourany *et al.*, (2017) developed the protein-fortified guava bar, estimated its proximate composition, and found that the bar had 12.52%, 5.55%, 1.25%, 3.29% moisture, crude fiber, ash, and fat, respectively. Kumar *et al.*, (2017) prepared a bar with different blending ratios of papaya and guava. They found that a 50% blending ratio was best with proximate analysis of 15%, 1%, and 0.98% moisture, protein, and titrable acidity. The Carbohydrate and calorie content of guava preserves decreased after replacing sugar with lactulose in both the chittidar and safeda cultivars. The reduction in carbohydrates and calories of chittidar guava preserve ranges between 11.81-20.54 % and 11.41-18.96, respectively, by the decrease of sucrose from 11.25-33.25% w/w. This reduction range in safeda guava preserve lies between 16.32-26.28% and 6.67-24.71%, respectively. Menezes *et al.*, (2012) also reported that lactulose addition in guava preserve reduced its caloric value.

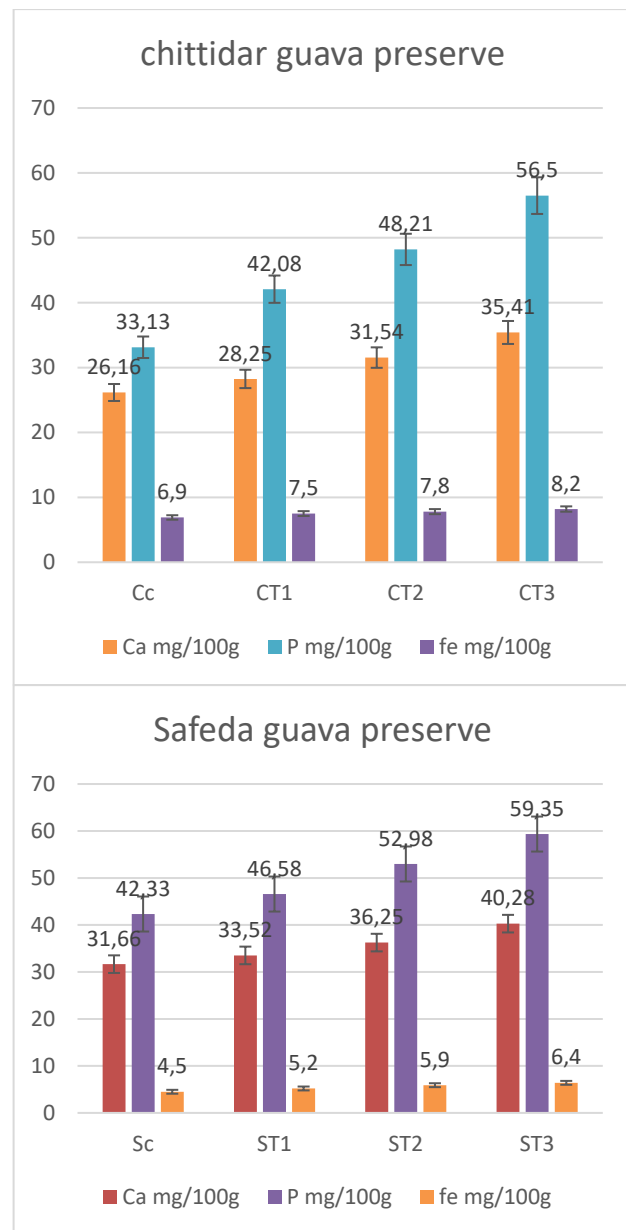
Mineral Content of Guava Preserve

The calcium, phosphorus, and iron content of guava preserves increases with an increase in the concentration of lactulose in both cultivars of guava preserves (Figure 3). The maximum increase in calcium and phosphorus was found in the chittidar cultivar, i.e., 9.25 and 23.37 mg/100g, respectively. Still, the highest increase in iron was found in the safeda cultivar with 1.9 mg/100g. There are no supportive studies to increase mineral content after incorporating lactulose. Still, in some studies, there are pieces of evidence to increase the absorption of minerals after digestion contained with lactulose. Scholz-Ahrens *et al.*, (2001) reported that prebiotics could induce the absorption and retention of many minerals like calcium, iron, and magnesium. Sekhi *et al.*, (2007) found that lactulose enhances the absorption of calcium and magnesium, and this enhancement is due to organic acids produced by the catabolization of lactulose in the large intestine.

Total Phenolic Content

Polyphenolic compounds are very important fruit constituents due to their antioxidant activities. These compounds help to neutralize free radicals, which are responsible for many degenerative diseases like cardiovascular diseases, cancer, and gastrointestinal disease (Bendary *et al.*, 2013). Patel *et al.*, (2016) reported that fresh guava extract contains 415.69 mg/100g total phenolic content (TPC). The total phenolic content in 8 samples of guava preserves was measured using the Folin-Ciocalteu method, as shown in Figure 4. The total phenolic content of these guava preserves ranged from

136.67 to 145.01 mg/100g, and this also indicates that the concentration of TPC increases with lactulose percentage increment. Correa *et al.*, (2011) reported 140.92 mg/100g TPC in guava jam for the standard formulation. They also reported 194.77 mg/100g TPC of zero sugar formulation of guava jam. Jahanzeb *et al.*, (2016) developed a cereal bar incorporated with guava pulp (15%) and reported 134.44 mg/100g total phenolic content.



S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose)

Figure 3. Minerals content of guava preserve

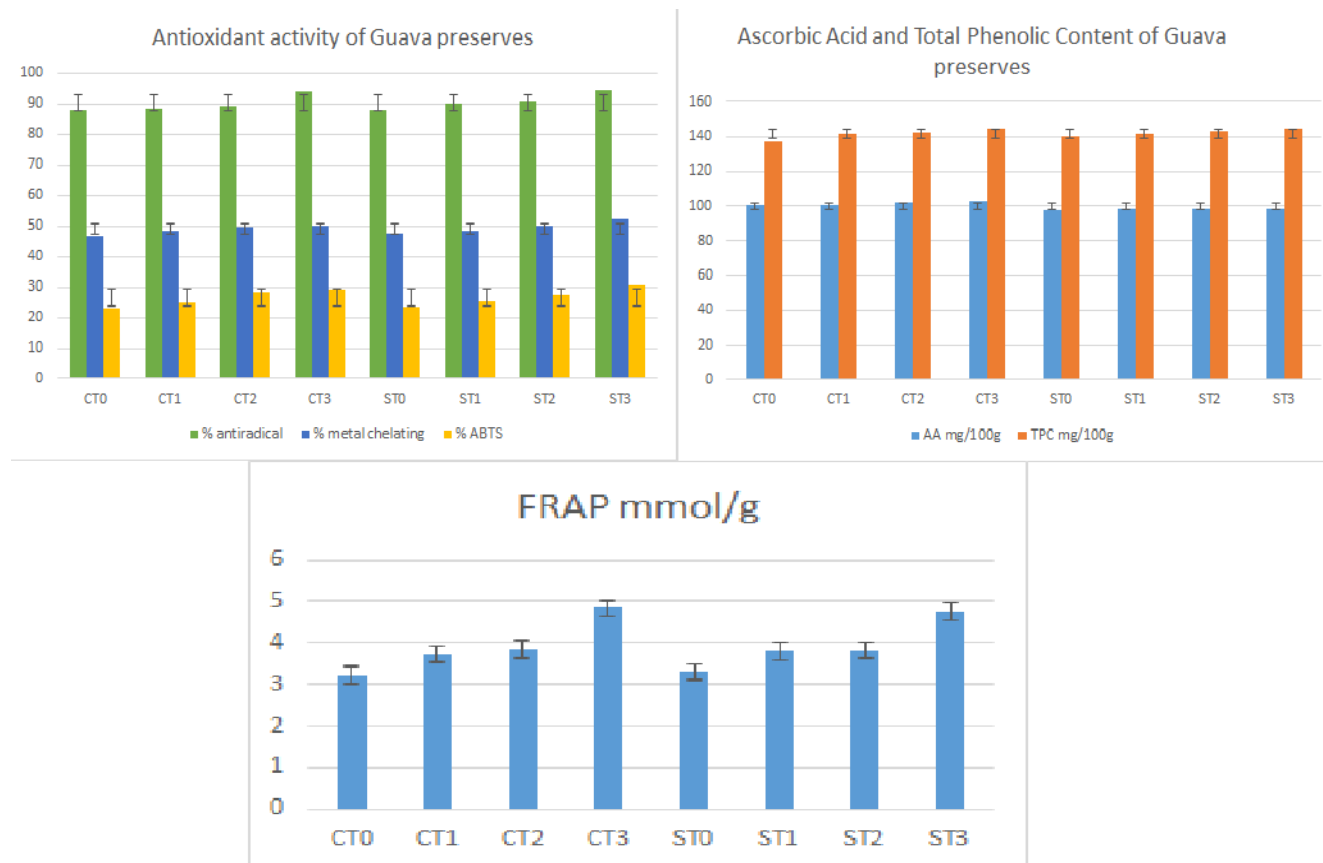
Ascorbic Acid

Ascorbic acid, or vitamin C, is a water-soluble vitamin and cannot be produced by the human body, so it is important to incorporate vitamin C through dietary sources to meet the recommended dietary allowances. The high content of vitamin C in guava makes it a super fruit. Jawaheer *et al.*, 2003 reported average ascorbic acid content of guava is 201.1 mg/100g. In making jam, guava retains only 37% of ascorbic acid due to severe heat treatment. Cooking time and cooking temperature are both factors involved in the degradation of vitamin C. Figure 3 shows a range of ascorbic acid between 98.2-102.6 mg/100g in guava preserves. This graph also represents that the ascorbic acid content increases with an increase in the concentration of lactulose. The maximum increase for both cultivars was found in the T3 treatment.

Antioxidants Properties

DPPH is a free stable radical that adopts an electron or hydrogen ion to transfer in a stable free radical in methanol or

an aqueous solution and accepts an electron or hydrogen radical to turn into a stable atom or molecule (Kanwal *et al.*, 2017). The effect of all the treatments on the percent of anti-radical activity of guava preserve is shown in Figure 4. The graph shows an increase in DPPH activity with a high percentage of lactulose. Correa *et al.*, 2013 reported a 65.88% DPPH value of guava jam of standard formulation. According to Correa *et al.*, 2013 DPPH determines the activity of a sample or composition that protects a lipid substrate from oxidation; the inhibition of the DPPH radical is based on the transfer of electrons from an antioxidant compound to an oxidant. The metal chelating activity, ABTS activity, and ferric reducing antioxidant power (FRAP) show similar effects to DPPH that increase with increasing lactulose percentage in the preserves. Pisoschi *et al.*, 2011 reported ABTS value of guava extract ranged between 22.3 ± 0.9 and $37.9 \pm 3.4 \mu\text{M TE/}$ fresh mass, and the FRAP value ranged between 14.4 and 104.5mg/100 of fruit. Chen *et al.*, 2011 proposed that lactulose is an indirect antioxidant that mobilizes endogenous hydrogen production, which in turn can reduce oxidative stress in human beings.



S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose)

Figure 4. Ascorbic acid, Total phenolic content, and antioxidant properties of Guava preserves

Color Analysis

The lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) characteristics of guava preserve samples with different percentages of lactulose are presented in Table 3. samples of guava preserves containing lactulose had significantly ($p<0.05$) higher L^* values than control samples for both the guava cultivars. As we increase lactulose concentration L^* value increases in both the cultivars, which reveals that the brightness of samples increases when lactulose concentration is higher. a^* value (redness) was observed to be lower in control samples and higher in the T1 sample for Chittidar and Safeda cultivar control samples which also had the lowest a^* value. In contrast, T2 had the highest a^* value. Total color change (E) was highest in T3 for Chittidar, i.e., 8.46, and T2 for Safeda, i.e., 5.15. These guava preserves of both cultivars have the highest

whiteness value, which ranges between 30-34, and the lowest redness value, which ranges between 0.46-0.47 for all the samples; these results subsequently showed that guava preserves are brighter and white in color, which is acceptable by sensorial panelists.

Sensory Evaluation

The sensorial preference scores given by the panelists to the guavas are shown in Table 4. We found a significant difference between control and treatment samples in color texture, flavor, taste, and overall acceptability. This table also reveals no significant differences between T1 and T2 along the full sensorial scale in the Chittidar cultivar. In overall acceptability, Safeda T2 received the highest score among overall treatments, 8.43 ± 0.06 .

Table 3. Color, Chroma value whiteness, and redness value of guava preserves

Sample	L^*	$+a^*$	$+b^*$	E	Chroma	Whiteness value	Redness value
Control (C)	36.09 ± 0.060^a	8.61 ± 0.046^a	18.63 ± 0.040^a	-	20.52 ± 0.85^a	32.87 ± 1.84^{ab}	0.46 ± 0.036^a
CT1	37.13 ± 0.025^d	12.27 ± 0.020^g	25.83 ± 0.026^g	8.14 ± 0.44^d	28.59 ± 0.73^c	30.93 ± 2.46^a	0.47 ± 0.020^a
CT2	37.18 ± 0.025^d	10.97 ± 0.055^c	22.92 ± 0.035^d	5.01 ± 0.44^c	25.41 ± 1.10^b	32.23 ± 1.94^{ab}	0.47 ± 0.020^a
CT3	39.84 ± 0.045^f	11.45 ± 0.040^f	25.67 ± 0.142^f	8.46 ± 0.62^d	28.11 ± 0.52^c	33.60 ± 2.11^{ab}	0.44 ± 0.036^a
Control (S)	36.11 ± 0.051^a	8.60 ± 0.085^a	18.61 ± 0.025^a	-	20.50 ± 0.60^a	32.90 ± 0.99^{ab}	0.46 ± 0.264^a
ST1	36.31 ± 0.057^b	8.72 ± 0.032^b	18.78 ± 0.070^b	0.28 ± 0.07^a	20.71 ± 0.74^a	33.03 ± 1.10^{ab}	0.46 ± 0.040^a
ST2	36.67 ± 0.060^c	10.38 ± 0.042^d	23.42 ± 0.044^c	5.15 ± 0.41^c	25.62 ± 0.85^b	31.68 ± 2.14^{ab}	0.44 ± 0.065^a
ST3	38.60 ± 0.076^c	9.38 ± 0.035^c	20.01 ± 0.045^c	2.96 ± 0.37^b	22.09 ± 0.96^a	34.74 ± 1.96^b	0.46 ± 0.055^a

Values expressed are mean \pm standard deviation of the three experiments. Means in the same column with different letters were significantly different at $p<0.05$

S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava

Table 4. Sensory evaluation of guava preserve

Sample	Color	Texture	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control (C)	7.20 ± 0.17^a	7.20 ± 0.17^a	7.57 ± 0.12^b	7.90 ± 0.001^a	7.40 ± 0.06^a
CT1	8.07 ± 0.12^c	8.03 ± 0.06^c	8.03 ± 0.06^c	7.20 ± 0.001^d	8.07 ± 0.12^{de}
CT2	8.07 ± 0.06^c	8.13 ± 0.06^c	7.48 ± 0.06^c	7.70 ± 0.001^e	8.12 ± 0.03^{de}
CT3	7.73 ± 0.13^b	7.63 ± 0.29^b	7.52 ± 0.03^c	7.70 ± 0.001^b	7.83 ± 0.06^c
Control (S)	8.20 ± 0.17^c	8.07 ± 0.12^c	7.91 ± 0.03^c	8.43 ± 0.001^c	8.17 ± 0.06^c
ST1	8.58 ± 0.14^d	7.77 ± 0.06^b	8.12 ± 0.01^d	8.03 ± 0.001^c	8.03 ± 0.06^d
ST2	8.65 ± 0.09^d	7.52 ± 0.04^b	7.23 ± 0.03^c	7.73 ± 0.06^g	8.43 ± 0.06^f
ST3	7.20 ± 0.17^a	7.27 ± 0.12^a	7.65 ± 0.06^a	7.43 ± 0.06^f	7.70 ± 0.001^b

Hedonic values (color, texture, flavor, taste, and overall acceptance) 1- dislike very much; 9 - like very much

Values expressed are mean \pm standard deviation of the three experiments. Means in the same column with different letters were significantly different at $p<0.05$. S=Safeda, C=Chittidar, (T₀=50% guava pulp, 45% sugar, T₁= 50% guava pulp, 33.75% sugar, 11.25% lactulose, T₂=50% guava pulp, 22.5% sugar, 22.5% lactulose, T₃= 50% guava pulp, 11.25% sugar, 33.75% lactulose)

Conclusion

The study demonstrated that guava preserved with prebiotic properties could be developed while maintaining good sensorial qualities. Prebiotics maintain good gut and colon health, and guava are high in antioxidants and vitamin C, which fight free radicals. This study reveals that when sucrose is replaced with prebiotic lactulose, carbohydrate content and calories are reduced. The development of guava preserves also minimizes post-harvest loss of fresh guava and makes it available throughout the year. Guava preserves with 22.5% w/w sucrose and 22.5% w/w have high nutritional value and higher overall acceptability. Therefore, this study represents an important contribution to the future development of healthier fruit products.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interests: The author declares that for this article, they have no actual, potential, or perceived conflict of interest.

Ethics committee approval: Authors declare that this study does not include any experiments with human or animal subjects.

Funding disclosure: -

Acknowledgments: The authors are highly thankful to the Centre to the Food Technology University of Allahabad, for providing facilities to carry out the investigation and thanks to the University Grant Commission (UGC), New Delhi, India, for financial support.

Disclosure: -

References

- AOAC (2016).** AOAC Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist International, 2thedn. AOAC International, Gaithersburg, 2016.
- Aquino, R., Morelli, S., Lauro, M.R., Abdo, S., Saija, A., Tomaino, A. (2001).** Phenolic constituents and antioxidant activity of an extract of anthurium versicolor leaves. *Journal of Natural Products*, 64(8), 1019-1023. <https://doi.org/10.1021/np0101245>
- Bendary, E., Francis, R.R., Ali, H.M.G., Sarwat, M.I., El Hady, S. (2013).** Antioxidant and structure-activity relationships (SARs) of some phenolic and aniline compounds. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 173-181. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2013.07.002>
- Chen, X., Zuo, Q., Hai, Y., Sun, X.J. (2011).** Lactulose: an indirect antioxidant ameliorating inflammatory bowel disease by increasing hydrogen production. *Medical Hypotheses*, 76(3), 325-327. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2010.09.026>
- Corrêa, R.C., Haminiuk, C.W., Sora, G.T., Bergamasco, R., Vieira, A.M. (2014).** Antioxidant and rheological properties of guava jam with added concentrated grape juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(1), 146-152. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6233>
- Hassimotto, N.M.A., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. (2005).** Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 2928-2935. <https://doi.org/10.1021/jf047894h>
- Holland, B., Welch, A.A., Unwin, I.D., Buss, D.H., Paul, A.A., Southgate, D.A.T. (1991).** Mc Cance and Widdowson's the composition of foods (No. Ed. 5). Royal Society of Chemistry. ISBN: 9780851863917
- Jahanzeb, M., Atif, R.M., Ahmed, A., Shehzad, A., Sidrah Nadeem, M. (2016).** Exploring the nutritional quality improvement in cereal bars incorporated with pulp of guava cultivars. *Journal of Food Processing & Technology*, 7(567), 2.
- Jawaheer, B., Goburdhun, D., Ruggoo. A. (2003).** Effect of processing and storage of guava into jam and juice on the ascorbic acid content. *Plant Foods for Human Nutrition* 58(3), 1-12. <https://doi.org/10.1023/B:QUAL.0000041161.05123.66>
- Joseph, B., Priya, M. (2011).** Review on nutritional, medicinal, and pharmacological properties of guava (*Psidium guajava* Linn.). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(1), 53-69.
- Juśkiewicz, J., Zduńczyk, Z. (2002).** Lactulose-induced diarrhoea in rats: Effects on caecal development and activities of microbial enzymes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(2), 411-417. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00185-X](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00185-X)
- Kanwal, N., Randhawa, M.A., Iqbal, Z. (2017).** Influence of processing methods and storage on physico-chemical and antioxidant properties of guava jam. *International Food Research Journal*, 24(5), 2017-2027.

- Kourany, M.S., Khalil, K.I., Abd-Eltawab, S.A., Mohdaly, A.A.A. (2017). Protein Fortified Mango and Guava Fruit Bars: Ingredients Optimization, Quality Evaluation and Storage Stability. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(12), 2865-2877. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.334>
- Kumar, A.L., Madhumathi, C., Sadarunnisa, S., Srikanth, K. (2017). Standardization of protocol for best blending ratio of papaya cv. Red lady and guava cv. Lalit fruit pulp for preparation of fruit Bar. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 17(3), 59-68. <https://doi.org/10.9734/IJBCRR/2017/34077>
- Menezes, C.C., Carneiro, J.D.D.S., Borges, S.V., da Silva, V.S.N., Brigagão, M.R.P.L. Azevedo, L. (2012). Development of low-calorie guava preserves with prebiotics and evaluation of their effects on carcinogenesis biomarkers in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 50(10), 3719-3724. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.07.022>
- Patel, P., Sunkara, R., Walker, L.T., Verghese, M. (2016). Effect of drying techniques on antioxidant capacity of guava fruit. *Food and Nutrition Sciences*, 7(07), 544. <https://doi.org/10.4236/fns.2016.77056>
- Pisoschi, A.M., Negulescu, G.P. (2011). Methods for total antioxidant activity determination: a review. *Journal of Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 1(1), 106.
- Rangana S. (2005). Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products New Delhi, Tata McGraw Hill Publication Ltd. 651-652.
- Rastall, R.A. (2010). Functional oligosaccharides: application and manufacture. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1, 305-339. <https://doi.org/10.1146/annurev.food.080708.100746>
- Renuka, B., Kulkarni, S.G., Vijayanand, P., Prapulla, S.G. (2009). Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. *LWT-Food Science and Technology*, 42(5), 1031-1033. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.11.004>
- Roy, M.J., Dionne, S., Marx, G., Qureshi, I., Sarma, D., Levy, E., Seidman, E.G. (2009). In vitro studies on the inhibition of colon cancer by butyrate and carnitine. *Nutrition*, 25(11-12), 1193-1201. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.008>
- Sanda, K.A., Grema, H.A., Geidam, Y.A., Bukar-Kolo, Y.M. (2011). Pharmacological aspects of *Psidium guajava*: An update. *International Journal of Pharmacology*, 7(3), 316-324. <https://doi.org/10.3923/ijp.2011.316.324>
- Scharlau, D., Borowicki, A., Habermann, N., Hofmann, T., Klenow, S., Miene, C., Munjal, U., Stein, K., Gleis, M., (2009). Mechanisms of primary cancer prevention by butyrate and other products formed during gut flora-mediated fermentation of dietary fibre. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 682, 39-53. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2009.04.001>
- Scholz-Ahrens, K.E., Schaafsma, G., van den Heuvel, E.G., Schrezenmeir, J. (2001). Effects of prebiotics on mineral metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 459s-464s. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.459s>
- Seki, N., Hamano, H., Iiyama, Y., Asano, Y., Kokubo, S., Yamauchi, K., Kudou, H. (2007). Effect of lactulose on calcium and magnesium absorption: a study using stable isotopes in adult men. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 53(1), 5-12. <https://doi.org/10.3177/jnsv.53.5>

Çeşitli elmaların aroma bileşikleri ve kalite özellikleri

Gülcan KOYUNCU, Tuğba KILIÇ

Cite this article as:

Koyuncu, G., Kılıç, T. (2023). Çeşitli elmaların aroma bileşikleri ve kalite özellikleri. *Food and Health*, 9(2), 108-116. <https://doi.org/10.3153/FH23010>

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kilis, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

G.K. 0000-0001-7406-5331
T.K. 0000-0002-2573-6220

Submitted: 07.09.2022

Revision requested: 26.10.2022

Last revision received: 27.10.2022

Accepted: 03.11.2022

Published online: 08.03.2023

Correspondence:

Gülcan KOYUNCU

E-mail: gulcan.koyuncu@kilis.edu.tr



© 2023 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmada; Starking Delicious, Amasya, Granny Smith ve Golden Delicious elma çeşitlerinin kalite özellikleri ve aroma profilleri belirlenmiştir. Titre edilebilir asitliği en yüksek ve pH değeri en düşük olan elma Granny Smith iken kurumadde ve suda çözünür kurumadde (SÇKM) değeri en yüksek olan Amasya elmasıdır. Aroma, elmalar için önemli bir kalite kriteridir ve tüketici beğenisinde büyük rol oynamaktadır. Elmaların aroma bileşimi headspace yöntemi ile gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS)'nde belirlenmiştir. Elmalarda 24 ester, 5 yüksek alkol, 1 aldehit, 1 terpen ve 9 tanımlanamayan olmak üzere 40 farklı uçucu bileşik tespit edilmiştir. Starking Delicious'un %80.00'ını, Amasya'nın %76.55'ini, Golden Delicious'un %62.82'sini oluşturan esterler elmalardaki başlıca aroma grubudur ve esterler genellikle tüketicilerin tercih ettiği kokuları vermektedir. Bütil asetat, 2-metil bütil asetat, heksil asetat, (E,E)- α -farnesen, etanol ve etil 2-metil bütanoat elmalarda en yüksek oranlarda belirlenen aroma bileşikleri olmuştur. Bu bileşikler elmanın aromasına muz, meyvemsi, çilek, tatlı, armut, çimen ve alkol gibi koku katkıları yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elma, Aroma, Headspace, GC-MS, Kalite

ABSTRACT

Volatile compounds and quality parameters of various apples

In this study; quality characteristics and volatile compounds of Starking Delicious, Amasya, Granny Smith, and Golden Delicious apple cultivars were determined. Granny Smith has the highest titratable acidity and the lowest pH value, while the Amasya apple has the highest dry matter and water-soluble solids. Aroma is an important quality criterion for apples and its has a big role in consumer taste. The aroma composition of apples was determined in gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) using the headspace method. Forty different volatile compounds, including 24 esters, 5 higher alcohols, 1 aldehyde, 1 terpene and 9 unidentified volatile compounds, were detected in apples. Esters, which make up 80.00% of Starking Delicious, 76.55% of Amasya and 62.82% of Golden Delicious are the main flavor group in apples and esters generally impart aroma compounds preferred by consumers. Butyl acetate, 2-methyl butyl acetate, hexyl acetate, (E,E)- α -farnesene, ethanol and ethyl 2-methyl butyrate were the aroma components determined at the highest rates in apples. These compounds contribute to the aroma of apples such as banana, fruity, strawberry, sweet, pear, grass and alcohol.

Keywords: Apple, Volatile Compounds, Headspace, GC-MS, Quality

Giriş

Rosaceae familyasından olan elma, *Malus* cinsine ait meyvedir (van der Sluis, 2005). Ilıman iklimlerde ve tropik bölgelerin yüksek rakımlı yerlerinde yaygın olarak yetiştirilir (Aprea ve ark., 2011; Ünüvar, 2014). Dünyada muzdan sonra en fazla üretilen ikinci meyve olan elma (FAO, 2019), Türkiye’de de 2021 verilerine göre 4.493.264 ton üretim ile tüm meyveler içerisinde %18,0’lık paya sahiptir (TÜİK, 2022a). En fazla üretilen çeşitler ise sırasıyla Starking Delicious (%37.8), Golden Delicious (%24.3), Amasya (%5.4) ve Granny Smith (%4,1)’tir (TÜİK, 2022b).

Elmanın genel bileşimi; %85 su, %11 karbonhidrat, %2 diyet lif, %0.6 yağ, %0.5 organik asit ve %0.3 proteindir. Elma, sağlık açısından büyük öneme sahip birçok biyoaktif bileşikler (fenolik bileşikler, triterpenik asitler, vitaminler gibi) içerir (van der Sluis, 2005; Esmacilli ve ark., 2012). Bu bileşikler sayesinde elma, antioksidan ve antikanser etkisi göstermektedir (Boyer ve Liu, 2004; Esmacilli ve ark., 2012).

Gıdalarda düşük miktarlarda bulunan aroma maddeleri, ağız ve geniz yolu ile algılanmakta ve gıda kalitesinde büyük önem taşımaktadır. Meyvelerin aromasını uçucu ve yarı uçucu organik bileşikler oluşturmaktadır. Bu bileşik grupları; esterler, yüksek alkoller, hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, laktonlar, terpenler, uçucu yağ asitleri ve diğer uçucu bileşikler olup meyvenin hoş kokusundan sorumludurlar. Aroma maddeleri GC veya GC-MS gibi cihazlarla hassas bir şekilde belirlenebilmektedir. Meyvelerin aroma kompozisyonunu; genetik, çeşit, hasat zamanı, işleme koşulları ve depolama gibi faktörler etkileyebilmektedir (Rizzolo ve ark., 2006a; Dunemann ve ark., 2009; Malheiro ve ark., 2010). Bu nedenle meyvenin aroma bileşiklerinin kesin olarak belirlenmesi zordur.

Gıdada bulunan uçucu bileşikler, gıdanın lezzetine en fazla katkıyı sağlayan aromayı meydana getirmektedir (Sharma ve ark., 2014). Her bir aroma bileşiğinin katkısı enzim aktivitesi ve substrata bağlı olarak değişmektedir (Rizzolo ve ark., 2006a). Lipoksigenaz, alkol dehidrogenaz ve alkol açıl-transferaz gibi enzimler uçucu bileşiklerin üretiminde büyük önem taşımaktadır. Yağlar ve amino asitler kullanılarak yüksek alkoller, aldehitler ve esterler gibi aroma bileşiklerinin biyosentezi gerçekleşmektedir. (Espino-Diaz ve ark., 2016). Esterler, meyvelerin uçucu bileşiklerinin büyük çoğunluğunu oluşturmak birlikte hoş giden tatlı ve olgun aromalardan sorumludurlar (Fellman ve ark., 2000; Gezer, 2012). Esterler, açıl-transferaz (AAT) enzimi ile katalizlenen, açıl CoA, alkol ve karboksilik asidin esterifikasyonu ile meydana gelirler (Dixon ve Hewett, 2000; Gezer, 2012; Sharma ve ark., 2014). Yüksek alkoller, genellikle meyvelerin olgunlaşma süresince

enzimatik faaliyetler sonucu ortaya çıkan uçucu bileşiklerdir. Bazı yüksek alkoller çoklu doymamış yağ asitlerinin lipoksigenaz döngüsüyle oluşurken, bazıları ise protein deaminasyonu sonucu meydana gelmektedir (Cortes-Delgado ve ark., 2016).

Elmanın tüketiciler tarafından tercih edilmesinde en önemli faktör aromadır ve bugüne kadar elmada 300’den fazla uçucu bileşik tespit edilmiştir (Dixon ve Hewett, 2000; Aprea ve ark., 2012; Yang ve ark., 2021). Elma aromasında çok çeşitli uçucu bileşikler bulunmasına rağmen, aromanın çoğunluğunu esterler (%78-92) ve yüksek alkoller (%6-16) oluşturmaktadır. Elma çeşitlerinin aromalarında büyük farklılıklar söz konusu olmakla birlikte herhangi bir elma çeşidi için önemli bir karakteristik uçucu bileşik bulunmamaktadır (Dixon ve Hewett, 2000; Vrhovsek ve ark., 2014). Elma aromasında; esterlerden bütül asetat, heksil asetat, 2- metilbütül asetat, etil 2-metil bütanoat, alkollerden 2-metil-1-bütanol, 1-bütanol, 1-hekzanol, 1-propanol ve aldehitlerden heksanal, trans-2-heksanal, bütanal gibi 20 anahtar uçucu bileşik bulunmaktadır (Dunemann ve ark., 2009; Yang ve ark., 2021).

ABD orijinli Golden Delicious ve Starking Delicious, Türkiye orijinli Amasya elması ve Avustralya orijinli Granny Smith ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan elmalar olduğu için çalışma materyali olarak tercih edilmiştir. Türkiye’de yetiştirilen Amasya ve Granny Smith elma çeşitlerinin uçucu bileşimleriyle ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, dört elma çeşidinin (Starking Delicious, Golden Delicious, Amasya ve Granny Smith) bazı fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri ile aroma bileşiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Starking Delicious, Golden Delicious, Amasya ve Granny Smith çeşidi elmalar Kilis piyasasından temin edilmiş, yıkanıldıktan ve kurutulduktan sonra analizler yapılınca kadar +4°C’de depolanmıştır.

Metot

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Rastgele alınan 20 elmanın meyve ağırlığı (g) hassas teraziyile, meyve eni (mm) ve meyve boyu (mm) dijital kumpas ile ölçülerek ortalama değer belirlenmiştir. Kurumadde ve kül miktarı gravimetrik, pH değeri ve titrasyon asitliği ise potansiyometrik olarak belirlenmiştir. Titrasyon asitliği için elma örnekleri N/10’luk NaOH ile pH derecesi 8.1’e kadar titre

edilmiş ve sonuçlar malik asit cinsinden hesaplanmıştır. Elmaların suda çözünür kurumadde miktarı 20°C’de el refraktometresi ile % olarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013).

Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu Sabatini ve ark. (2008)’na göre headspace metodu ile yapılmıştır. Bunun için elmalar, tezgah üstü elma makinesi ile çekirdekleri çıkartılarak 1-3 mm kalınlıkta dilimlenmiş ve headspace viallerine aktarılmıştır. Vialler 70°C sıcaklıkta 30 dakika bekletilerek uçucu bileşiklerin tepe boşluğuna toplanması sağlanmıştır. Tepe boşluğunda toplanan uçucu bileşikler GC/MS (Agilent-7890B GC-5977MSD)’e enjekte edilmiştir.

Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 250 µm x 0,5 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör sıcaklığı 250°C, kolon sıcaklığı ise 50°C’de 3 dk beklemeden sonra, dakikada 2°C artarak 220°C’ye ve daha sonra dakikada 3°C artarak 245°C’ye çıkartılarak, bu sıcaklıkta 20 dk sabit kalacak şekilde ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1 mL/dk, dedektör ve enjektör sıcaklıkları ise 250°C’ dir. Tanımlanan uçucu bileşikler arasında aroma maddeleri % olarak verilmiştir. Analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz tesadüf parselleri deneme tasarımı ile IBM SPSS Statistics Version 20.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Farklı çeşitler için varyans analizi sonucunda

önemli çıkan farklılıklara One-way ANOVA Çoklu Karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır. Sonuçlar ortalaması±standart sapma olarak verilmiş ve p<0,05 olan tüm değerler istatistiki olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Elmaların Kalite Özellikleri

Meyvelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, ürünün kalitesinin belirlenmesinde, derecelendirilmesinde ve fiyatlandırılmasında büyük önem taşımaktadır (Uylaşer ve ark., 2008). Starking Delicious, Amasya, Granny Smith ve Golden Delicious elma çeşitlerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Elmaların meyve ağırlıkları en düşük Amasya’da en yüksek ise Golden Delicious’da tespit edilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak Gülyüz ve ark. (2001), Amasya elması haricindeki elmaların ağırlıklarını 130.41-187.39 g aralığında belirlerken Kalkisim ve ark. (2016), Amasya elmasının ağırlığını 127.63 g olarak bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda Golden Delicious 222-262 g, Granny Smith 227-285 g Starking Delicious 290 g olarak belirtilmiştir (Rizzolo ve ark., 2006b; Aprea ve ark., 2012; Yang ve ark., 2021).

Meyve ağırlığına benzer olarak meyve en ve boyu, en düşük Amasya en yüksek ise Golden Delicious’da belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan elma çeşitlerinin meyve en (62.80-76.80 mm) ve boyları (57.00-68.70 mm) diğer araştırmacılarla benzer bulunmuştur (Gülyüz ve ark., 2001; Kalkisim ve ark., 2016).

Tablo 1. Elma çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal bileşimi

Table 1. Physical and chemical composition of apple varieties

	Starking Delicious	Amasya	Granny Smith	Golden Delicious
Meyve ağırlığı (g)	146.69±2.60 ^b	117.26±2.33 ^d	131.04±4.13 ^c	170.54±7.26 ^a
Meyve eni (mm)	70.70±0.14 ^a	69.05±0.64 ^b	67.20±0.57 ^c	71.60±0.42 ^a
Meyve boyu (mm)	63.35±1.63 ^b	60.70±1.98 ^b	63.45±0.35 ^b	69.50±2.40 ^a
pH	4.28±0.06 ^a	4.38±0.03 ^a	3.68±0.04 ^c	4.05±0.01 ^b
Titrasyon asitliği (%)*	0.16±0.01 ^c	0.15±0.00 ^c	0.55±0.02 ^a	0.20±0.01 ^b
Kurumadde (%)	12.91±0.19 ^d	19.60±0.12 ^a	13.32±0.04 ^c	17.94±0.15 ^b
SÇKM (%)	11.15±0.21 ^d	15.20±0.00 ^a	11.90±0.14 ^c	14.80±0.00 ^b
Kül (%)	0.22±0.01 ^{bc}	0.69±0.02 ^a	0.18±0.02 ^c	0.25±0.01 ^b

*% Titrasyon asitliği malik asit cinsinden hesaplanmıştır. Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklar önemlidir (p<0,05).

Elmaların kurumadde içerikleri en düşük %12.91 ile Starking Delicious ve en yüksek %19.60 ile Amasya çeşitlerinde belirlenmiştir. Elmaların SÇKM değerleri kurumadde içerikleriyle paralel bulunmuştur. Diğer araştırmacılar ise elma meyvelerinin çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak kurumadde içeriklerini %13.69-18.10, SÇKM değerlerini %9.50-15.80 aralığında bildirmişlerdir (Atlı ve Ötleş, 1999; Güler-yüz ve ark., 2001; Briones-Labarca ve ark., 2011; Kalkisim ve ark., 2016; Aprea ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda SÇKM değeri Golden Delicious için %11.84-15.20, Granny Smith için %11.9-15.6 ve Starking Delicious için %12.9 olarak bildirilmiştir (Rizzolo ve ark., 2006b; Aprea ve ark., 2012; Yang ve ark., 2021).

Elmalar arasında kül içeriği en yüksek Amasya'da (%0,69) iken en düşük Granny Smith'te (%0,18) belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar ise elmaların kül içeriklerini Amasya için %0.93, Golden Delicious için %0.13-0.34, Granny Smith için %0.53, Starking Delicious için %0.16-0.31 olarak belirlemişlerdir (Atlı ve Ötleş, 1999; Briones-Labarca ve ark., 2011; Gezer, 2012; Kalkisim ve ark., 2016).

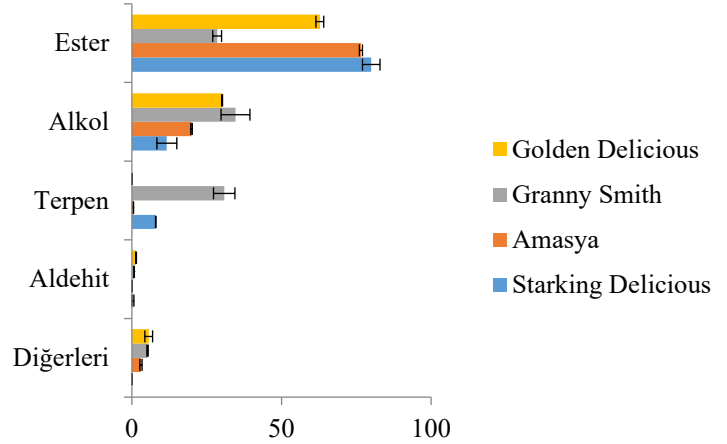
Elmaların pH değerleri 3.68-4.38 aralığında iken titrasyon asitlikleri malik asit cinsinden %0.15-0.55 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek pH ve en düşük asitlik Amasya elmasında, en düşük pH ve en yüksek asitlik Granny Smith elmasında belirlenmiştir. Granny Smith çeşidinin pH ve asitlik değerleri Briones-Labarca ve ark. (2011) ile benzer bulunmuştur. Diğer araştırmacılar ise çeşitlerin pH ve asitliğini Golden Delicious'da 3.36 ve %0.40, Starking Delicious'da 3.99 ve %0.24, Amasya'da 4.13 ve %0.41 olarak belirlemişlerdir (Güler-yüz ve ark., 2001; Kalkisim ve ark., 2016). Aprea ve ark. (2012) ve Yang ve ark. (2021) elmalardaki titrasyon asitliğini Golden Delicious'ta %0.44, Granny Smith'te %0,37 ve Starking Delicious'ta %0.32 olarak belirtmişlerdir.

Elmaların Aroma Profili

Dört farklı elma çeşidinde 24'ü ester, 5'i yüksek alkol, 1'i aldehit, 1'i terpen ve 9'u tanımlanamayan bileşikler olmak üzere 40 farklı aroma maddesi tespit edilmiştir. Starking Delicious çeşidinde 17 ester, 4 yüksek alkol, 1 aldehit ve 1 terpen olmak üzere 23; Amasya çeşidinde 15 ester, 4 yüksek alkol, 1 terpen olmak üzere 20; Granny Smith çeşidinde 11 ester, 5 yüksek alkol, 1 aldehit ve 1 terpen olmak üzere 18; Golden Delicious çeşidinde ise 9 ester, 4 yüksek alkol ve 1 aldehit olmak üzere 14 aroma bileşiği tanımlanmıştır (Tablo 2). Elmalarda yapılan diğer çalışmalarda da benzer olarak sayıca en yüksek aroma grubu esterler olmuştur (Dunemann ve ark.,

2009; Aprea ve ark., 2012; Gezer, 2012; Aprea ve ark., 2017; Yang ve ark., 2021).

Aroma bileşiklerinin oranlarına bakıldığında çoktan aza doğru Starking Delicious'ta ester, yüksek alkol, terpen ve aldehit; Amasya'da ester, yüksek alkol, tanımlanamayan bileşikler ve terpen; Granny Smith'te yüksek alkol, terpen, ester, tanımlanamayan bileşikler ve aldehit ve Golden Delicious'ta ester, yüksek alkol, tanımlanamayan bileşikler ve aldehit belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Elma uçucu bileşiklerinin aroma gruplarına göre % dağılımı

Figure 1. % ratio of apple volatile compounds by aroma groups

En yüksek oranda bulunan aroma bileşikleri sırasıyla Starking Delicious'ta 2-metil bütül asetat, hekszil asetat ve bütül asetat; Amasya'da bütül asetat, 2-metil bütül asetat ve hekszil asetat; Granny Smith'te (E,E)- α -farnesen, etanol ve etil 2-metil bütanoat ve Golden Delicious'ta hekszil asetat, etanol ve bütül asetat. Aprea ve ark. (2017)'nin 40 elma çeşidinde yaptıkları çalışmada da en fazla miktarda bulunan aroma bileşikleri hekszil asetat ve bütül asetat olmuştur. Sharma ve ark. (2014)'nin bildirdikleri elma aromasından sorumlu bileşikler de (2-metil bütül asetat, bütül asetat, hekszil asetat) çalışmayı desteklemektedir. Granny Smith'te yüksek oranda bulunan (E,E)- α -farnesenin, Esmacilli ve ark. (2012)'nin tespit ettiği 100 uçucu bileşik arasında da baskın olduğu bulunmuştur. Uçucu bileşiklerin arasındaki farklılıklar çeşit, bölge, toprak, su (Yang ve ark., 2021) ve diğer çevresel faktörlerden kaynaklanmaktadır (Espino-Diaz ve ark., 2016; Yang ve ark., 2021).

Tablo 2. Elmaların aroma bileşikleri (%)**Table 2.** Volatile compounds of apples (%)

AZ*	Bileşik	Grup	Starking Delicious	Amasya	Granny Smith	Golden Delicious
4.184	Etanol	Yüksek alkol	3.03±1.54 ^b	5.69±0.62 ^b	22.03±3.21 ^a	20.26±0.42 ^a
4.595	Propil asetat	Ester	5.93±0.88 ^a	0.90±0.09 ^b	t.e.	t.e.
5.001	İzobütül asetat	Ester	0.94±0.09 ^a	0.58±0.06 ^b	t.e.	t.e.
5.270	Etil bütanoat	Ester	3.70±0.10 ^b	1.25±0.10 ^c	5.81±0.25 ^a	t.e.
5.443	Etil 2-metil bütanoat	Ester	1.18±0.04 ^b	0.61±0.04 ^c	13.98±0.03 ^a	t.e.
5.650	Bütül asetat	Ester	10.77±1.01 ^c	25.06±0.96 ^a	t.e.	14.28±1.09 ^b
5.836	Hekzanal	Aldehit	0.34±0.34 ^{bc}	t.e.	0.78±0.04 ^b	1.40±0.13 ^a
5.941	3-Etoksi-3-(metil amino) metil 2-propanoat	Ester	t.e.	0.64±0.08	0.52±0.08	t.e.
6.302	2-Metil bütül asetat	Ester	29.12±3.33 ^a	23.69±1.20 ^a	t.e.	8.64±0.46 ^b
6.327	Propil bütanoat	Ester	t.e.	t.e.	0.24±0.24	t.e.
6.551	2-Metil propil bütanoat	Ester	1.46±1.46	t.e.	0.92±0.92	t.e.
6.641	1-Bütanol	Yüksek alkol	3.47±1.13 ^b	7.73±0.44 ^a	0.86±0.86 ^b	1.86±0.01 ^b
7.012	3-Metil 1-bütül asetat	Ester	0.68±0.05	t.e.	t.e.	t.e.
7.019	Pentil asetat	Ester	t.e.	1.50±0.03 ^b	t.e.	2.42±0.11 ^a
7.446	2-Metil-1-bütanol	Yüksek alkol	2.58±0.48 ^b	3.39±0.31 ^{ab}	4.69±0.42 ^a	1.07±0.17 ^c
7.645	Bütül bütanoat	Ester	0.98±0.26	1.17±0.01	t.e.	t.e.
7.844	Bütül 2-metil bütirat	Ester	2.55±0.55	1.52±0.02	t.e.	t.e.
7.871	Etil hekzonoat	Ester	t.e.	t.e.	2.92±0.21	t.e.
8.395	Hekzil asetat	Ester	12.71±2.20 ^b	15.54±1.37 ^b	0.77±0.04 ^c	25.91±0.65 ^a
9.034	4-Hekzen-1-ol asetat	Ester	t.e.	t.e.	t.e.	1.76±0.10
9.065	Propil hekzonoat	Ester	1.02±0.3	t.e.	t.e.	t.e.
9.235	2-Hekzen-1-ol asetat	Ester	0.70±0.70 ^b	0.83±0.07 ^b	t.e.	2.98±0.18 ^a
9.338	Hekzil propanoat	Ester	0.26±0.26	t.e.	t.e.	t.e.
9.444	1-Hekzanol	Yüksek alkol	2.62±0.18 ^c	3.13±0.13 ^b	6.51±0.04 ^a	6.99±0.12 ^a
10.357	Bütül hekzonoat	Ester	3.43±0.22 ^a	0.20±0.20 ^c	0.55±0.01 ^c	1.47±0.26 ^b
10.377	Hekzil bütanoat	Ester	3.47±0.11 ^a	1.77±0.09 ^c	0.61±0.02 ^c	2.67±0.33 ^b
10.557	Hekzil 2-metil bütanoat	Ester	t.e.	t.e.	1.56±0.06	t.e.
11.333	1.2.6-Hekzentriol	Yüksek alkol	t.e.	t.e.	0.55±0.31	t.e.
13.877	Hekzil hekzonoat	Ester	1.12±0.07	t.e.	t.e.	t.e.
14.167	Dimetil silanediol	Ester	t.e.	0.26±0.26 ^{bc}	0.63±0.04 ^b	1.46±0.03 ^a
17.461	(E,E)- α -Farnesen	Terpen	7.91±0.04 ^b	0.48±0.08 ^c	30.86±3.58 ^a	t.e.
	Diğerleri		t.e.	3.04±0.36	5.23±0.19	5.63±1.30

*Alıknonma zamanı (dk) t.e.: Tespit edilemedi. Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklar önemlidir (p<0,05).

Meyvelerdeki başlıca uçucu bileşik sınıfı olan esterler, elma aromasında da büyük öneme sahip olup, tüketici beğenisini sağlayan kokuları vermektedir (Cortes-Delgado ve ark., 2016). Aroma bileşimi olarak bakıldığında; Starking Delicious'un %80.00'ni, Amasya'nın %76.55'ini, Golden Delicious'un %62.82'sini ve Granny Smith'in %28.50'sini esterler oluşturmuştur. Echeverria ve ark. (2004) ve Espino-Diaz ve ark. (2016) farklı elma çeşitlerindeki aroma bileşikleri arasındaki en fazla miktarda bulunan uçucu bileşik sınıfının esterler (%80-98) olduğunu bildirilmişlerdir. Ancak Aprea ve ark. (2011) elma çeşitleri arasında aroma bileşiminde önemli farklılıklar olabileceğini belirtmiştir.

Starking Delicious çeşidinde 2-metil bütül asetat (%29.12), hekzil asetat (%12.71) ve bütül asetat (%10.77); Amasya çeşidinde bütül asetat (%25.06), 2-metil bütül asetat (%23.69) ve hekzil asetat (%15.54); Golden Delicious çeşidinde hekzil asetat (%25.91), bütül asetat (%14.28) ve 2-metil bütül asetat (%8.64) ve Granny Smith çeşidinde etil 2-metil bütanoat (%13.98), etil bütanoat (5.81) ve bütül bütanoat (%4.69) esterleri yüksek oranlarda tespit edilmiştir.

Hekzil asetat, 2-metil bütül asetat, bütül asetat ve etil 2-metil bütanoat bileşiklerinin esterler arasında oransal olarak baskın bileşikler olduğu yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir (Rizzolo ve ark., 2006b; Villatoro ve ark., 2008; Dunemann

ve ark., 2009; Lumpkin ve ark., 2015). Granny Smith hariç diğer üç elma çeşidinde yüksek oranda bulunan bütül asetat esteri, Aprea ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada da diğer 16 elma çeşidinin aksine Granny Smith'te çok düşük miktarda tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen esterlerden heksil asetatın meyveli, tatlı, armut (Dixon ve Hewett, 2000; Kato ve ark., 2003); etil bütanoatın meyve, ananas; bütül asetatın muz, bütül bütanoatın çürük elma; bütül heksanoatın çimen, yeşil elma; heksil bütanoatın çimen; heksil heksanoatın salatalık; 2-metil bütül asetatın meyve ve etil-2-metil bütiratın çilek (Espino-Diaz ve ark., 2016) kokuları verdiği bildirilmiştir.

Elma çeşitlerinde etanol, 1-bütanol, 2-metil-1-bütanol, 1-heksanol ve 1,2,6-heksentriol olmak üzere 5 farklı yüksek alkol bileşiği tespit edilmiştir. Genel olarak esterlerden sonra elma aromasındaki en büyük yüzdeyi yüksek alkoller oluşturmuştur. Yüksek alkollerin aroma bileşiklerindeki paylarına bakıldığında; Granny Smith'in %34.63'ünü, Golden Delicious'un %30.17'sini, Amasya'nın %19.94'ünü ve Starking Delicious'un ise %11.70'ini oluşturduğu görülmektedir.

Elma çeşitlerinde en yüksek oranda bulunan yüksek alkoller Starking Delicious ve Amasya'da 1-bütanol (%3.47 ve %7.73), Granny Smith ve Golden Delicious'ta etanol (%22.03 ve %20.26) olmuştur. 1,2,6-heksentriol ise sadece Granny Smith'te tespit edilmiştir. Komthong ve ark. (2006)'da çalışmalarında elmada 1-bütanolün baskın olduğunu desteklemiştir. Gezer (2012), Golden Delicious, Starking Delicious ve Chen ve ark. (2007) *Malus sieversii* elmalarında 1-bütanol, etanol, heksanol ve 2-metil-1-bütanol yüksek alkollerinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

1-Bütanolün toprak, tatlı ve meyvemsi; 1-heksanolün toprak, hoş gitmeyen (Dixon ve Hewett, 2000), tatlı ve alkol; etanolün şarap/viski ve yumuşak; 2-metil-1-bütanolün hoş giden (Espino-Diaz ve ark., 2016), asidik, keskin ve baharatlı (Yang ve ark. 2021) kokular verdiği bildirilmiştir.

Amasya elması hariç diğer tüm çeşitlerde belirlenen tek aldehit heksanaldir. Bu bileşik, Golden Delicious aromasının %1.40'ını, Granny Smith aromasının %0.78'ini oluştururken Starking Delicious aromasının %0.34'ünü meydana getirmiştir. Elmalarda yapılan diğer çalışmalarda da genellikle heksanal en yüksek miktarda tespit edilen aldehitler arasındadır (Komthong ve ark., 2006; Chen ve ark., 2007; Aprea ve ark., 2012; Espino-Diaz ve ark., 2016; Yang ve ark., 2021). Dunemann ve ark. (2009) Discovery ve Prima çeşitlerinde hiç aldehit bileşiği tanımlayamadıklarını bildirerek Amasya elması için bulunan sonucu desteklemektedirler.

Aldehitler olgunlaşma ile alkollere indirgenebilir, asitlere oksitlenebilir ve böylece ester sentezinde rol alabilirler (Aaby ve ark., 2011; Espino-Diaz ve ark., 2016). Çalışılan elmalarındaki aldehit sayısının ve oranının düşük oluşu da elmaların olgun olduğu düşüncesini pekiştirmektedir. Hekzenal; otsu, balık benzeri (Yang ve ark., 2021), olgunlaşmamış elma (Aaby ve ark., 2011), keskin, toprak ve yeşil elma (Dixon ve Hewett, 2000) kokularından sorumludur.

(E,E)- α -farnesen bileşiği belirlenen tek terpen olup, Golden Delicious dışındaki tüm çeşitlerde farklı oranlarda bulunmuştur. Aromalar içerisindeki en büyük yüzdeyi %30.86 (E,E)- α -farnesen ile Granny Smith'te göstermiştir. Starking Delicious ve Amasya çeşitlerinin aromasında sırasıyla %7.91 ve %0.48 paylara sahip olmuştur. Gezer, (2012) organik Starking Delicious çeşidinde, Aprea ve ark. (2012) 18 farklı elma çeşidinde, Dunemann ve ark. (2009) ise Discovery ve Prima elma çeşitlerinde (E,E)- α -farneseni tespit etmişlerdir. Espino-Diaz ve ark. (2016) seskiterpenlerden olan (E,E)- α -farnesenin genellikle epidermal ve hipodermal hücre katmanlarında sentezlendiğini ve olgun meyve ile ilişkili olup, depolama sırasında oluştuğunu bildirmişlerdir. (E,E)- α -farnesenin elmaya yeşil bitki (Aaby ve ark., 2001; Yang ve ark., 2021) ve yağlı (Yang ve ark., 2021) kokular verdiği bilinmektedir.

Amasya'da %3.04'ünü 8, Granny Smith'te %5.23'ünü 7 ve Golden Delicious'ta %5.63'ünü 4 tanımlanamayan aroma bileşiği oluşturmuştur. Starking Delicious'ta ise tüm bileşikler tanımlanabilmiştir. Dunemann ve ark. (2009)'nın çalışmasında da iki farklı elma çeşidi için 14 tanımlanamayan pik bulunmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada, 4 elma çeşidinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile elmalarda bulunan uçucu bileşiklerin tanımlanması ve oranlarının tespiti headspace GC-MS kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elmalarda 5 farklı aroma grubundan toplam 40 uçucu bileşik tespit edilmiş olup bunlardan 31 tanesi tanımlanabilmiştir. Granny Smith çeşidi hariç diğer tüm elmalarda esterler başlıca aroma bileşiği sınıfı olmuş ve esterleri yüksek alkoller takip etmiştir. Granny Smith'te ise oransal olarak en fazla yüksek alkoller belirlenmiştir. Çeşitler arasında hem fiziksel-kimyasal özellikler hem de aroma bileşimleri farklılıklar göstermiştir. Sayıca en fazla aroma bileşiği Starking Delicious'ta tespit edilmişken en az sayıda ise Golden Delicious'ta belirlenmiştir. Genel olarak bu çalışmanın, farklı elma çeşitlerindeki uçucu bileşiklerin profillerini değerlendirmek için faydalı bilgiler sunduğu ve gelecekte yapılacak çalışmalar için bir referans olacağı düşünülmektedir.

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.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Aaby, K., Haffner, K., Skrede, G. (2011). Aroma quality of Gravenstein apples influenced by regular and controlled atmosphere storage. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*, 35, 254-259.
<https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0852>

Aprea, E., Gika, H., Carlin, S., Theodoridis, G., Vrhovsek, U., Mattivi, F. (2011). Metabolite profiling on apple volatile content based on solid phase microextraction and gas-chromatography time of flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1218(28), 4517-4524.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.05.019>

Aprea, E., Corollaro, M.L., Betta, E., Endrizzi, I., Dematt`e, M.L., Biasioli, F., Gasperi, F. (2012). Sensory and instrumental profiling of 18 apple cultivars to investigate the relation between perceived quality and odour and flavor. *Food Research International*, 49, 677-686.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.023>

Aprea, E., Charles, M., Endrizzi, I., Laura Corollaro, M., Betta, E., Biasioli, F., Gasperi, F. (2017). Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds. *Scientific Reports*, 7(44950), 1-10.
<https://doi.org/10.1038/srep44950>

Atlı, Y., Ötleş, S. (1999). Elma kurutma işleminin besin öğeleri üzerine etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 28(2), 59-62.

Boyer, J., Liu, R.H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3(5), 1-15.
<https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>

Briones-Labarca, V., Venegas-Cubillos, G., Ortiz-Portilla, S., Chacana-Ojeda, M., Maureira, H. (2011). Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on bioaccessibility, as

well as antioxidant activity, mineral and starch contents in Granny Smith apple. *Food Chemistry*, 128(2), 520-529.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.074>

Cemeroğlu, B.S. (2013). Gıda analizlerinde genel yöntemler. B.S., Cemeroğlu, (Eds), *Gıda Analizleri* (s.1-85). Ankara, Bizim Grup Basımevi. ISBN: 978-605-63419-3-9

Chen, X., Feng, T., Zhang, Y., He, T., Feng, J., Zhang, C. (2007). Genetic diversity of volatile components in Xinjiang wild apple (*Malus sieversii*). *Journal of Genetics and Genomics*, 34(2), 171-179.
[https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(07\)60018-6](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60018-6)

Cortes-Delgado, A., Sanchez, A.H., De Castro, A., Lopez-Lopez, A., Beato, V.M., Montano, A. (2016). Volatile profile of Spanish-style green table olives prepared from different cultivars grown at different locations. *Food Research International*, 83, 131-142.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.005>

Dixon, J., Hewett, E.W. (2000). Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28, 155-173.
<https://doi.org/10.1080/01140671.2000.9514136>

Dunemann, F., Ulrich, D., Boudichevskaia, A. (2009). QTL mapping of aroma compounds analysed by headspace solid-phase microextraction gas chromatography in the apple progeny ‘Discovery’ × ‘Prima’. *Molecular Breeding*, 23, 501-521.
<https://doi.org/10.1007/s11032-008-9252-9>

Echeverria, G., Graell, J., Lopez, M.L., Lara, I. (2004). Volatile production, quality and aroma-related enzyme activities during maturation of ‘Fuji’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 217-227.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.003>

Esmaceli, A., Abednazari, S., Abdollahzade Y. M., Abdollahzadeh, N.M., Mahjoubian, R., Tabatabaei-Anaraki, M. (2012). Peel volatile compounds of apple (*Malus domestica*) and grapefruit (*Citrus paradisi*). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(5), 794-799.
<https://doi.org/10.1080/0972060X.2012.10644122>

Espino-Diaz, M., Sepulveda, D.R., Gonzalez-Aguilar, G., Olivas, G.I. (2016). Biochemistry of apple aroma: A review. *Food Technology and Biotechnology*, 54(4), 375-397.
<https://doi.org/10.17113/ftb.54.04.16.4248>

FAO, 2019. Production, trade and producer price statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> alındı (29.11.2019 tarihinde erişildi).

Fellman, J.K., Miller, T.W., Mattinson, D.S. (2000). Factors that influence biosynthesis of volatile flavor compounds in apple fruits. *HortScience*, 35(6), 1026-1033. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.6.1026>

Gezer, E. (2012). Golden Delicious ve Starking Delicious elma çeşitlerinden elde edilen şıraların aroma bileşiklerine bazı teknolojik işlemlerin etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 83s.

Gülyüz, M., Ercişli, S., Erkan, E. (2001). Erzincan ovasında yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin meyve gelişimi dönemlerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler ile bunlar arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 51-59.

Kalkisim, O., Ozdes, D., Okcu, Z., Karabulut, B., Senturk, H.B. (2016). Determination of pomological and morphological characteristics and chemical compositions of local apple varieties grown in Gumushane, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 58, 41-48. <https://doi.org/10.1007/s10341-015-0256-4>

Kato, T., Shimoda, M., Suzuki, J., Kawaraya, A., Igura, N., Hayakawa, I. (2003). Changes in the odors of squeezed apple juice during thermal processing. *Food Research International*, 36, 777-785. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(03\)00072-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(03)00072-3)

Komthong, P., Hayakawa, S., Katoh, T., Igura, N., Shimoda, M. (2006). Determination of potent odorants in apple by headspace gas dilution analysis. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 39, 472-478. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.03.003>

Lumpkin, C., Fellman, J.K., Rudell, D.R., Mattheis, J.P. (2015). "Fuji" apple (*Malus domestica* Borkh.) volatile production during high pCO₂ controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 234-243. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.10.008>

Malheiro, R., De Pinho, P.G., Casal, S., Bento, A., Pereira, J.A. (2010). Determination of the volatile profile of stoned table olives from different varieties by using HS-SPME and GC/IT-MS. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1693-1701.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.4372>

Rizzolo, A., Grassi, M., Eccher Zerbini, P. (2006). Influence of post-harvest ripening on changes in quality and volatile compounds of 'Golden Orange' and 'Golden Lasa' scab-resistant apple cultivars. *Journal of Food Quality*, 29(4), 353-373. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2006.00078.x>

Rizzolo, A., Grassi, M., Eccher Zerbini, P. (2006). Influence of harvest date on ripening and volatile compounds in the scab-resistant apple cultivar 'Golden Orange', *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4), 681-690. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512124>

Sabatini, N., Mucciarella, M.R., Marsilio, V. (2008). Volatile compounds in uninoculated and inoculated table olives with *Lactobacillus plantarum* (*Olea Europaea* L., cv. Moresca and Kalamata). *Food Science Technology*, 41, 2017-2022. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.12.002>

Sharma, P., Dhami, P., Pandey, P. (2014). Flavours of apple and pineapple fruits. *Journal of Nutritional Ecology and Food Research*, 2, 1-6. <https://doi.org/10.1166/jnef.2014.1102>

TÜİK, (2022a). Meyve ürünleri içecek ve baharat bitkileri üretim miktarları. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> alındı (19.02.2022 tarihinde erişildi).

TÜİK, (2022b). Türkiye'de üretilen elma çeşitlerinin miktarları. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> alındı (19.02.2022 tarihinde erişildi).

Uylaşer, V., Şahin, İ. (2004). Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 105-113.

Ünüvar, G. (2014). Karaman ekolojik şartlarında M9 anacına aşılı bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin ve antioksidan aktivitelerinin tespiti. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 68s.

van der Sluis, A.A. (2005). A chain analysis of the production of ‘healthy’ apple juice. Wageningen University, PhD Thesis, The Netherlands, p184.

Villatoro, C., Altisent, R., Echeverria, G., Graell, J., Lopez, M.L., Lara, I. (2008). Changes in biosynthesis of aroma volatile compounds during on-tree maturation of ‘Pink Lady’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 286-295.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.07.003>

Vrhovsek, U., Lotti, C., Masuero, D., Carlin, S., Weingart, G., Mattivi, F. (2014). Quantitative metabolic profiling of grape, apple and raspberry volatile compounds (VOCs) using a GC/MS/MS method. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 966, 132-139.

<https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2014.01.009>

Yang, S., Hao, N., Meng, Z., Li, Y., Zhao, Z. (2021). Identification, comparison and classification of volatile compounds in peels of 40 apple cultivars by HS-SPME with GC-MS. *Foods*, 10(5), 1051.

<https://doi.org/10.3390/foods10051051>

Nano SiO₂ katkılı polihidroksietilmetakrilat (PHEMA) filmlerinin mekanik, termal ve biyobozunur davranış özellikleri

Sinem TEMEL¹, Elif YAMAN¹, Fatih GÖZÜKIZIL², Fatma Özge GÖKMEN¹

Cite this article as:

Temel, S., Yaman, E., Gözükızıl, F., Gökmen, F.T. (2023). Nano SiO₂ katkılı polidiroksietilmetakrilat (PHEMA) filmlerinin mekanik, termal ve biyobozunur davranış özellikleri. *Food and Health*, 9(2), 117-128. <https://doi.org/10.3153/FH23011>

¹ Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi,
Merkezi Araştırma Laboratuvarı,
Gülümbe Kampüsü, Bilecik, Türkiye

² Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi,
Söğüt Meslek Yüksekokulu, Söğüt,
Bilecik, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.T. 0000-0002-0889-9490
E.Y. 0000-0002-1052-8779
F.G. 0000-0003-1719-959X
F.Ö.G. 0000-0002-5548-8790

Submitted: 23.08.2022

Revision requested: 09.11.2022

Last revision received: 14.11.2022

Accepted: 15.11.2022

Published online: 13.03.2023

Correspondence:

Fatma Özge GÖKMEN

E-mail: fatmaozge.gokmen@bilecik.edu.tr



© 2023 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmada, polihidroksi etil metakrilat (PHEMA) ile nano-SiO₂'nin kimyasal modifikasyonu gerçekleştirilerek nanokompozit malzemelerin hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında; PHEMA tabanlı nano-SiO₂ katkılı nanokompozit hidrojel, radikalik başlatıcı ve çapraz bağlayıcı eşliğinde in-situ (yerinde) serbest radikal polimerleştirme tekniği ile üretilmiştir. Katalizör olarak N,N,N',N'-tetrametil etilendiamin (TEMED) kullanılmıştır. Seçilen takviye malzemesi (SiO₂) polimer (PHEMA) ile etkileşimi ve yapısal özelliklerinin uygulama alanına yönelik geliştirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen malzemelerin kimyasal yapısı, morfoloji özellikleri, mekanik, termal ve biyobozunur davranışları incelenmiştir. Filmlerin üzerine katılan nano takviye malzemesinin; mekanik dayanımı artırdığı, biyobozunurluk özelliğini iyileştirdiği ve ısı dayanımını en fazla miktarda nano SiO₂ ilavesi olan filmde 4 °C artırdığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: PHEMA, Polimer, Nano SiO₂, Nanokompozit

ABSTRACT

Mechanical, Thermal and Biodegradable Behavior Properties of Nano SiO₂ Doped Polyhydroxyethylmethacrylate (PHEMA) Films

In this study, nanocomposite materials were prepared by chemical modification of polyhydroxy ethyl methacrylate (PHEMA) and nano-SiO₂. Scope of work; PHEMA-based nano-SiO₂ doped nanocomposite hydrogels were produced by in-situ free radical polymerization technique with radical initiator and crosslinker. N,N,N',N'-tetramethyl ethylenediamine (TEMED) was used as a catalyst. The interaction of the selected reinforcement material (SiO₂) with the polymer (PHEMA) and the development of its structural properties for the application area are provided. The chemical structure, morphology, mechanical, thermal and biodegradable behavior of the obtained materials were investigated. It was observed that the nano reinforcement material doped on the films increased the mechanical strength, improved the biodegradable property and increased the thermal stability by 4 °C in the film with the highest amount of nano SiO₂ addition.

Keywords: PHEMA, Polymer, Nano SiO₂, Nanocomposite

Giriş

Polimerler, nispeten düşük üretim maliyetleri, hafiflikleri ve işleme kolaylıkları nedeniyle birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek performanslı polimerlerin geliştirilmesinde son on yılda önemli ilerleme kaydedilmiştir (Loste vd., 2019; Gökmen vd., 2022). İnorganik malzemeler, yapıları ve bağlarının iyonik karakteri nedeniyle manyetizma, iletkenlik ve foton absorpsiyonu gibi fiziksel özellikler gösterirler. Bununla birlikte, üretimlerinin pahalı maliyeti ve zor şekil alıp, işleme zorluğu, inorganik malzemelerin kullanımını sınırlandırmaktadır (Loste vd., 2019; Althves vd., 2007; Li vd., 2010). İnorganik parçacıkların bir polimer matrisine dahil edilmesi, yeni özelliklere sahip orijinal kompozit malzemeler oluşturmak için temel oluşturur. Bu durumda yeni malzeme her iki bileşenden de faydalanılır. Kompozitlerdeki takviye malzemeleri ilk olarak mikrometre boyutlarında mevcuttur, ancak nanometre ölçeğine boyut küçültme, parçacıkların spesifik alanındaki büyük artış nedeniyle kompozitler için yeni özelliklerin elde edilmesini sağlamıştır (Loste vd., 2019; Gökmen vd., 2021). Hidrojel ağ yapıları; kovalent bağlardan (kimyasal çapraz bağ), hidrojen bağlarından ve Van der Waals kuvvetinden (fiziksel çapraz bağ) kaynaklanan moleküler etkileşimler nedeniyle oluşur (Batista vd., 2019; Croisier ve Jerome, 2013). Hidrojel üç boyutlu ağ yapısının yaygın kullanım alanlarına rağmen en temel dezavantajlarından biri, şişme davranışı sırasındaki kararlı yapısıdır. Bu esnada, şişme dengesinde polimerik çözünürlüğü azaltacak stratejileri araştıran çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Margaritis ve Kalfoglou, 1988; Vogelsanger vd., 2003). Bu amaçla, karışabilirlik; hidrojel stabilitesini etkileyen (gerilim ve çözünürlüğe müdahale ederek) belirli etkileşimleri desteklediğinden, karışabilir karışımlar elde etmek için yeni formülasyonlar ve metodolojiler geliştirilmektedir (Neiro vd., 2000). İdeal hidrojel formülasyonunda termodinamik karışabilirlik profilleri ve üç boyutlu davranışları, polimer zincirlerinin moleküler ağırlığı ve kristallığe dayalı hareketi açısından polimerik zincirler arasında yüksek bir etkileşim sunmalıdır (Morentette ve Brown, 1998). SiO₂, stabilitesi, hidrofilikliğı, mekanik mukavemeti ve kimyasal özelliğı nedeniyle organik inorganik kompozit yapılar için en yaygın kullanılan inorganik malzemelerden biridir (Zhi vd., 2014; Ogoshi ve Chujo, 2005; Husseman, 1999). Sabitlenmiş polimerlerin moleküler ağırlığını, polidispersitesini ve zincir ucu yapısını ve uzunluğunu (kalınlığını) modüle etmek için ayrıca kontrollü serbest radikal polimerizasyonlarında da uygulanmaktadır (Baum ve Brittain, 2002; Edmandson vd., 2004; Matyjaszewski ve Xia, 2001; Werne ve Patten, 1999; Werne ve Patten, 2001). Yerinde polimerizasyon, polimerizasyon aşama-

sından önce monomerlerde veya monomer ve çözücü karışımında inorganik parçacıkların dağılmasına dayanır. Organik fonksiyonel gruplar, yerinde polimerizasyon için gerekli olan monomerde partiküllerin daha iyi dağılmasını sağladığından, inorganik partiküllerin yüzeyinin modifikasyonu bu süreçte çok önemlidir. Parçacıkların bu işlem yoluyla kolay dağılması sayesinde, yerinde polimerizasyon yöntemi, şeffaf nanokompozitleri imal etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Termal radikal polimerizasyon ve çapraz bağlama ile bağlantılı foto-polimerizasyon, yerinde polimerizasyon için kullanılan yaygın tekniklerdir. Çeşitli bileşimlerde şeffaf nanokompozitler, yerinde radikal polimerizasyon ile sentezlenmiştir. Polimerizasyona başlamadan önce ya ham inorganik nanopartiküller ya da modifiye edilmiş inorganik nanopartiküller monomer(ler)de dağıtılmaktadır. Nanopartiküllerin varlığında monomerlerin yerinde termal olarak veya foto-başlatılmış radikal polimerizasyonu ile hazırlanan şeffaf nanokompozit örnekleri ile literatürde sıklıkla karşılaşılmaktadır (Loste vd., 2019). Örneğin, yüzeyi modifiye edilmiş ZnS partikülleri, stiren, *N,N*-dimetil akrilamid ve divinil benzen-den oluşan bir karışım içinde bu yöntem ile dağıtılabilmektedir. Elde edilen karışım, şeffaf nanokompoziti tasarlamak için X-ışını ışımasına maruz bırakılmıştır (Lü vd., 2001). Diğer örneklerde de, ZnO (Althuen vd., 2006), SiO₂ (Sunkara vd., 1995) veya TiO₂ (Tsai vd., 2014) ile doldurulmuş poli akrilik bazlı nanokompozitler üretmek için foto-başlatılmış serbest radikal polimerizasyonu çalışmaları bildirilmiştir. Örneğin, vinil benzil alkol monomerinin veya etoksillenmiş (6) bisfenol A dimetakrilatın radikal polimerizasyonu, farklı şeffaflık seviyelerine (akrilik asit, heksanoik asit veya benzilik asit) sahip bir dizi nanokompozit üretmek için farklı ligandlar tarafından işlevselleştirilmiş TiO₂ nanoparçacıklarının varlığında gerçekleştirilmiştir (Tsai vdl., 2014). Vinil benzil alkol polimerizasyon hızının, fenil asetik asit-TiO₂ ile karşılaştırıldığında asetik asit- ile yüzey fonksiyonelleştirilmiş TiO₂ için daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Böylece daha yüksek bir sterik engel tarafından rasyonelize edilmiştir. Ağırlıkça %60 asetik asit-TiO₂ nanoparçacıkları ile yüklenen poli(vinil benzil alkol) için en yüksek geçirgenlik seviyesi %80 olarak gözlenmiştir (Tsai vd., 2014). Ayrıca ilginç bir şekilde, poliüretan bazlı şeffaf nanokompozitler, bir oligo(üretan akrilat) monomer ve 3-(trimetoksisilil) propil metakrilat ile fonksiyonelleştirilmiş kalay katkılı indiyum oksit (ITO) partiküllerinin radikal kopolimerizasyonu ile sentezlenebilmiştir (Zhou vd., 2014). Nanokompozitlerin üretimi aynı zamanda inorganik partiküllerin epoksi öncülü ile dağıtılması ve ardından çapraz bağlama maddesinin eklenmesi ve kütleme sonrası adım yo-

luyla gerçekleştirilmiştir. Epoksi reçine bazlı şeffaf nano-kompozitler, bu yöntemle çeşitli inorganik nanopartiküllerin gömülmesiyle elde edilmiştir: yüzey modifiyeli Al katkı ZnO (Luo vd., 2009), modifiye ZrO₂ (Chnema vd., 2012), ZnO (Li vd., 2006; Li vd., 2007), SiO₂-TiO₂ (Kerker, 1969; Mallakpour ve Dinoi, 2013; Tsai vd., 2016), ZnO-SiO₂ (Tsai vd., 2016; Chae ve Kim, 2005) ve SiO₂-TiO₂-SiO₂ (Li vd., 2007), ZnO (Cheng vd., 2014), poli (glisidil metakrilat) zincirleri ile aşılınmış koloidal mezogözenekli silika (Suzuki vd., 2012) veya bentonit kil (Jlassi vd., 2015). Benzer bir yaklaşımda, yerinde polimerizasyon ile şeffaf nanokompozitleri gerçekleştirmek için TiO₂; silikon reçinesi (Li vd., 2013), polyester reçinesi (Euora ve Shukla, 2003) veya epoksi reçinesi (Euora ve Shukla, 2003) içinde dağıtılmıştır. Çalışmada, PHEMA tabanlı nano-SiO₂ katkılı nanokompozit hidrojel, in situ (yerinde) radikal başlatıcı ve çapraz bağlayıcı eşliğinde serbest radikal polimerleştirme ile üretilmiştir. Katalizör olarak N,N,N',N'-tetrametil etilendiamin (TEMED) kullanılmıştır. Seçilen takviye malzemesi (SiO₂) polimer (PHEMA) ile etkileşimi ve yapısal özelliklerinin uygulama alanına yönelik geliştirilmesi çalışmanın bir diğer amacıdır. Termal ve mekanik özellikleri incelenerek sonuçları tartışılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılan malzemeler; hidroksi etil metakrilat (HEMA) Sigma Aldrich; TEMED (Tetrametiletildiamin) Sigma Aldrich; APS (amonyum per sülfat) Merck; nano SiO₂ Sigma Aldrich ve N,N-MBAAm (metilen bis akrilamit) Sigma Aldrich'ten tedarik edilmiştir. Hazırlanan tüm sulu çözeltilerde deiyonize su kullanılmıştır.

PHEMA Jel ve Film Sentezi

Çalışmada elde edilen PHEMA sentezinde monomer olarak HEMA, başlatıcı olarak APS, çapraz bağlayıcı olarak N,N-MBAAm, katalizör olarak TEMED ve inorganik katkı malzemesi olarak da nano-SiO₂ kullanılmıştır. Elde edilen PHEMA çözeltisine kütlece %0.05; %0.5; %1 ve %2 nano-SiO₂ katkılanmıştır. Takviye malzemesi katkılanması yerinde polimerizasyon tekniği ile çözelti ortamında gerçekleştirilmiştir. Katkılama hem filmlere hem de jellere uygulanmıştır.

Karakterizasyon

Filmlerin yapısal analizleri Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektrofotometresi ile gerçekleştirilmiştir. 400-4000 cm⁻¹ aralığında gerçekleşen analizler 4 cm⁻¹ çözünürlükle Perkin Elmer, Spektrum 100 cihazı ile ölçülmüştür. Yüzey analizleri Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu

(FESEM), Carl Zeiss, Supra 40 VP cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Filmlerin yüzeyleri Au/Pd ile kaplanıp, çekimler 15 kV ve 11 mm çalışma mesafesinde yapılmıştır. PVC pipetlerden çıkartılan nano-SiO₂ katkılı ve katkısız PHEMA jel örneklerinin mekanik dayanımı çekme testi ile belirlenmiştir. Süneklik değerleri cetvel yardımı ile ölçülmüş değerler fotoğraflanarak gösterilmiştir. Katkılamının mekanik dayanıma etkisi bu yöntem ile incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında üretilen filmler, aynı miktar ve aynı özellikteki toprak içerisine yerleştirilmiştir. Başlangıçtan itibaren tam bozunmanın gerçekleşeceği tarihe kadar izlenmeye devam edilmektedir. Aynı polimer (PHEMA) bazlı ve farklı takviye malzemesi (nano-SiO₂) katkılanmış numunelerin topraktaki biyobozunurlukları değerlendirilmiştir. Termal analizler TA Instruments, Q600 SDT (simultaneous DSC/DTA/TGA) sistemi ile yapılmıştır. Analizler 30-600 °C sıcaklık aralığında ve 10 °C/dk rampa hızında N₂ atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

DeneySEL çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu başlık altında detaylı bir şekilde verilmiştir.

FT-IR Analiz Sonuçları

Nano-SiO₂'nin FT-IR spektrumunda (Şekil-1) 1074 cm⁻¹'de görülen keskin pik Si-O titreşim bağlarına aittir. 455 cm⁻¹ ve 794 cm⁻¹'deki pikler sırasıyla Si-O-Si eğilme ve gerilme titreşimlerini verir (Cheng vd., 2014).

Şekil-2'de %0.05; %0.5; %1 ve %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA'nın FT-IR spektrumları verilmiştir. Katkılama arttıkça % geçirgenliğin arttığı ve FTIR piklerinin daha şiddetli görüldüğü gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek katkılama oranı kütlece %2 nano SiO₂ ilavesinden sonra pik şiddetlerinde azalma meydana gelmiştir. Miktarı artan nano takviye malzemesi, matriste homojen dağıtılamamış olabilir (Zhou vd., 2014). Bu da yüzeyde birikmelere sebep olur. Biriken takviyeler, matrisin gözenekli yapılarını doldururlar.

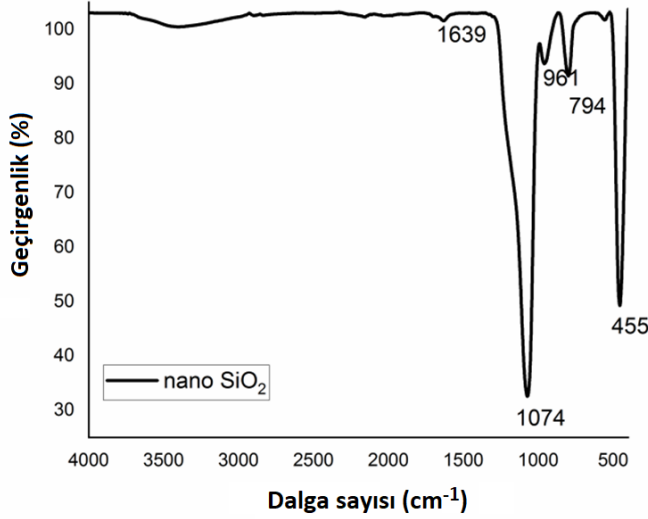
FESEM Analiz Sonuçları

Şekil.3'te verilen FESEM görüntüsünde PHEMA matrisli hidrojele kütlece %0.005, %0.5, %1 ve %2 oranında nano-SiO₂ katkılanmıştır. Görüntüler 1000 büyültmede çekilmiştir. Katkılanma miktarı en az olan (a) görüntüsünde nanokompozitin yüzeyi polimer matris kadar pürüzsüzdür. Diğerlerine kıyasla az miktarda da olsa matristen farklı olarak matriste gözeneklilik oluşmaya başlamıştır. (b) ve (c) görüntülerine baktığımızda, nano-SiO₂ miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğü artmıştır. %2 nano-SiO₂ katkılanmış (d) görüntüsünde yüzey

tamamen pürüzlüdür. Aynı büyütmde alınan yüzey görüntülerinde takviye malzemenin yoğun bir şekilde topaklanmasına rastlanmamıştır.

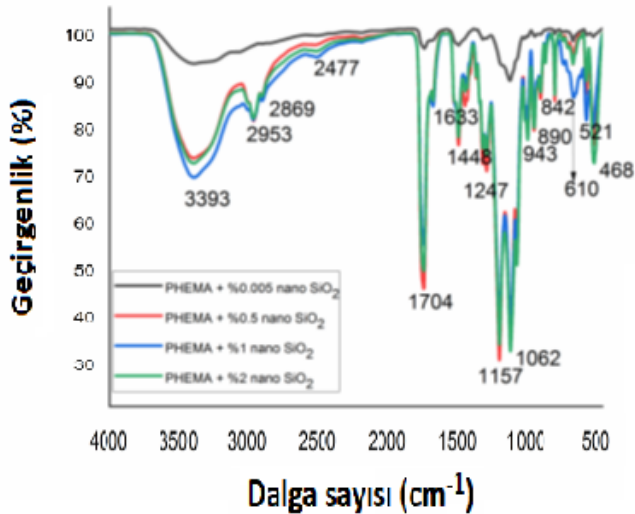
Kütlece %0.005, %0.5, %1 ve %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit filmlere ait 1000 büyültmeli SEM görüntüleri

Şekil.4'te verilmiştir. Katkılamanın en az olduğu (a) görüntüsünde ortamda reaksiyona girmeden kalan reaktif kristallerin varlığı çok yoğundur. Nano-SiO₂ miktarı arttıkça, bu kristallerin incelerek yok olduğu görülmektedir. Ortamdaki takviye malzemenin polimerizasyonda iyileştirmeye neden olduğu net bir biçimde görülmektedir (Batista vd., 2019).



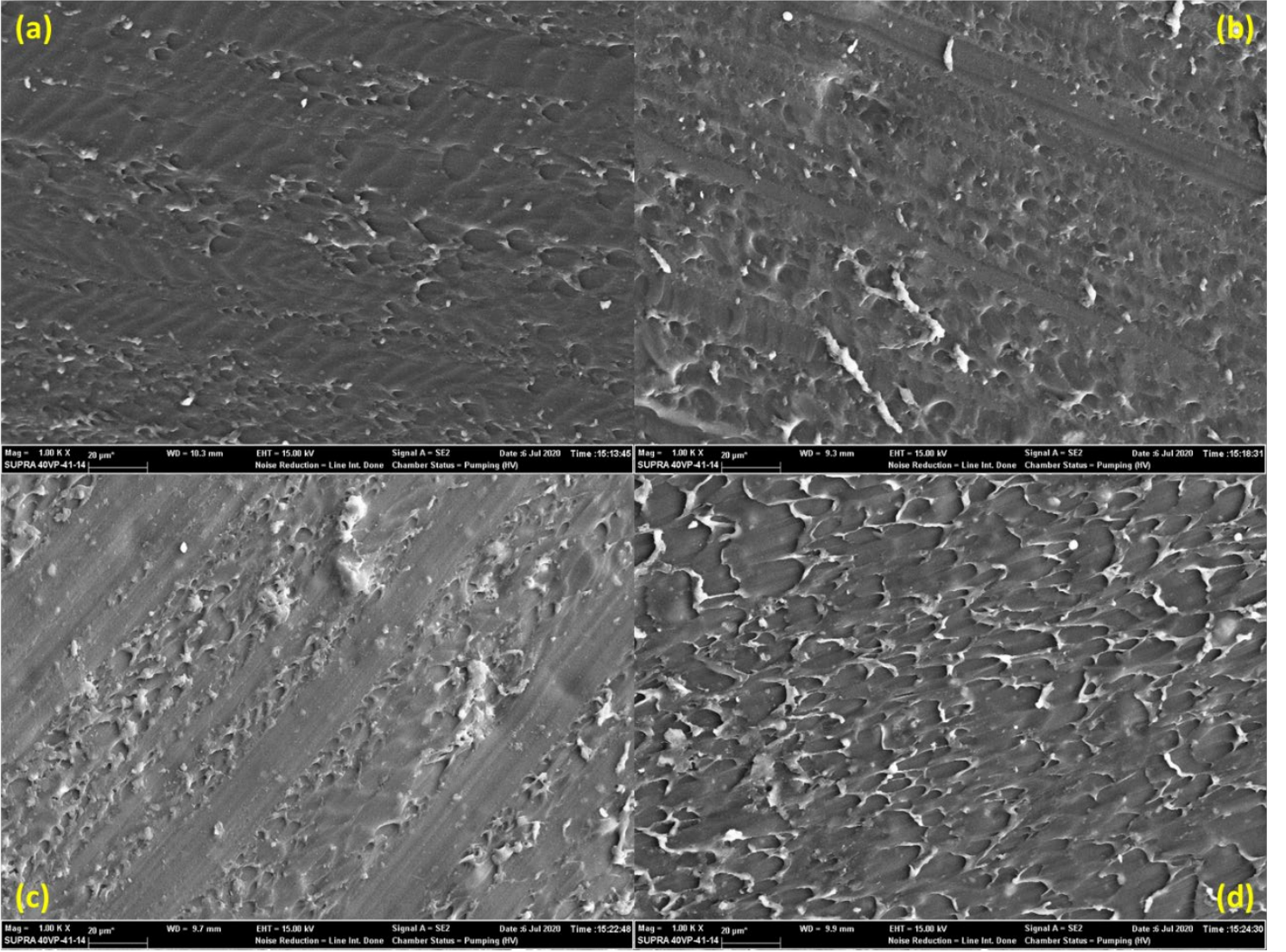
Şekil 1. Nano-SiO₂'nin FT-IR spektrumu

Figure 1. FT-IR spectrum of Nano-SiO₂



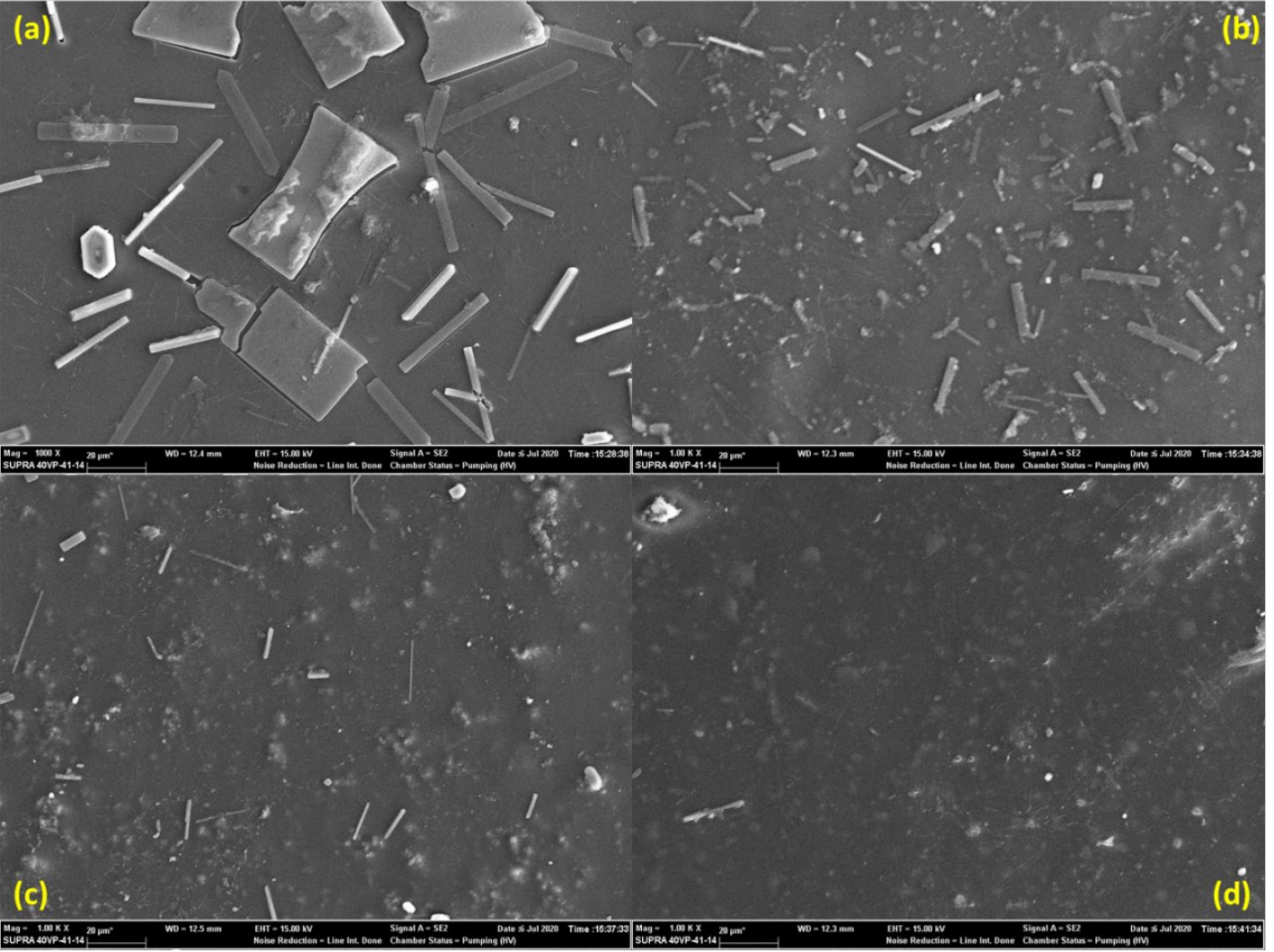
Şekil 2. %0,05; %0,5; %1 ve %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA'nın FT-IR spektrumları

Figure 2. FT-IR spectra of 0.05%, 0.5%, 1% and 2% nano-SiO₂ doped PHEMA



Şekil 3. (a) %0.005 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit hidrojel, (b) %0.5 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit hidrojel, (c) %1 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit hidrojel, (d) %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit hidrojel ait SEM görüntüleri

Figure 3. SEM images of (a) 0.005% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite hydrogel, (b) 0.5% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite hydrogel, (c) 1% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite hydrogel, (d) 2% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite hydrogel



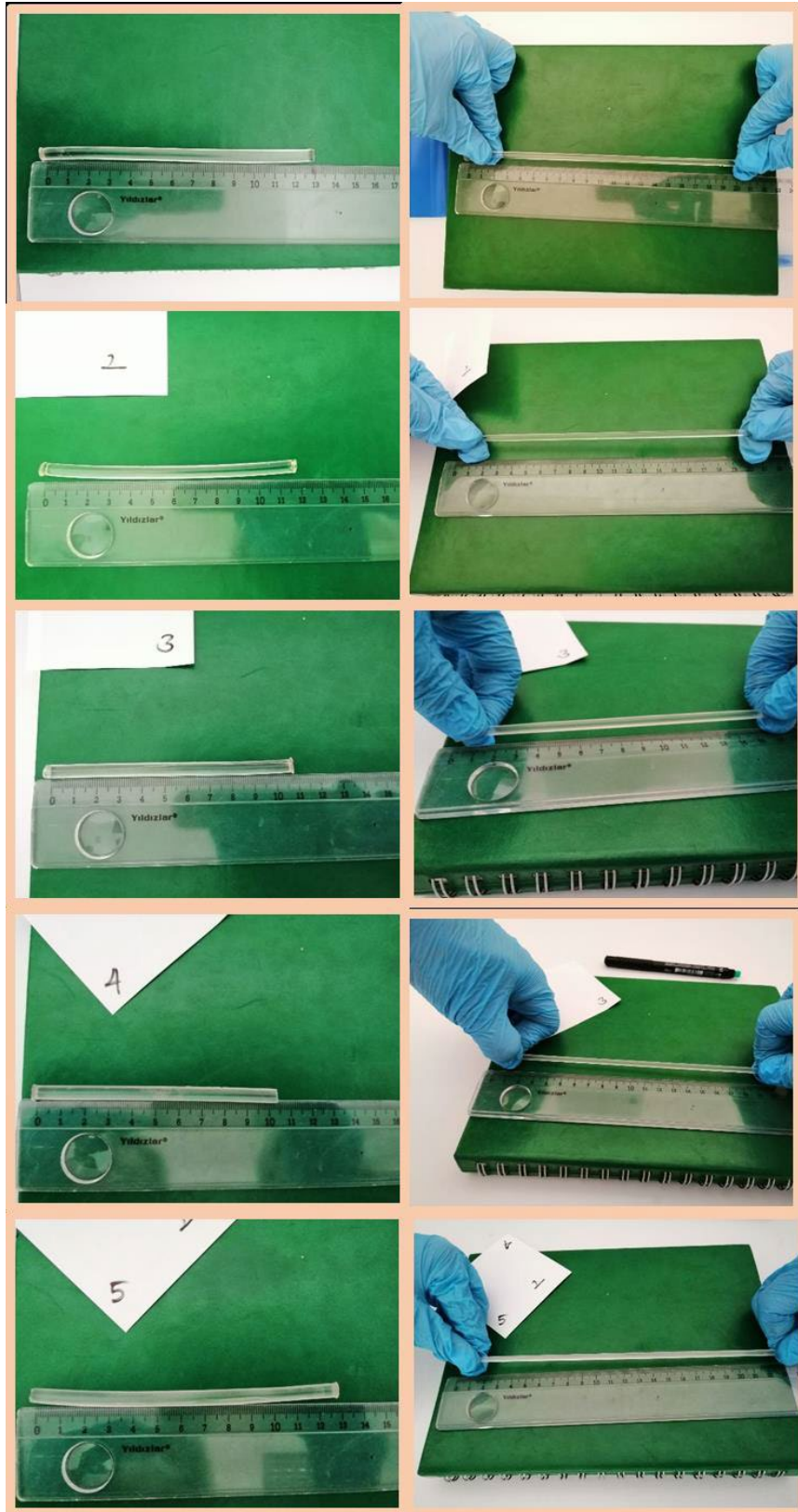
Şekil.4 (a) %0.005 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit film, (b) %0.5 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit film, (c) %1 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit film, (d) %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA nanokompozit filme ait SEM görüntüleri

Figure 4. SEM images of (a) 0.005% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite film, (b) 0.5% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite film, (c) 1% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite film, (d) 2% nano-SiO₂ doped PHEMA nanocomposite film

Mukavemet Test Sonuçları

Şekil 5'te nano SiO₂ katkılanmış ve katkılanmamış PHEMA jellerinin mekanik dayanımları gösterilmiştir. Buna göre katkısız PHEMA jelinin esneklik yüzdesi %54 olarak hesaplanmıştır. Nano takviye malzemesi farklı oranlarda jele ilave edilmiştir. Ve aynı hesaplama nano SiO₂ miktarı arttıkça yapıp, karşılaştırılmıştır. 2 ile gösterilmiş jelin katkılama miktarı %0,05 nano SiO₂ dir. Esneme yüzdesi % 74 olarak hesaplanmıştır. Bu kadar az miktarda inorganik takviyenin katkılama olmayan jel arasında büyük bir fark yaratması beklen-

miştir (Tsai vd., 2014). Nanokompozitlerin en önemli özelliği, küçük miktarlarla büyük değişimler gerçekleştirmektir. 3 nolu örnek %0,5 nano SiO₂ ihtiva eder ve esneklik yüzdesi %54 olarak bulunmuştur. Katkılamanın anlaşılabilir olmaması, miktar arttıkça nano malzemeyi polimer yüzeyde homojen dağıtmak zorlaşmıştır (Luo vd., 2019). 4 nolu örnekte esneklik yüzdesi %90 olarak hesaplanmıştır. %1 nano SiO₂ PHEMA yüzeyinde homojen dağıtılmıştır. Mekanik dayanım takviye malzemesi arttıkça artmıştır. En yüksek takviye miktarı %2 ile 5 nolu örnektedir. Bu jelin esneklik yüzdesi %84 olarak hesaplanmıştır. Belirli bir miktardan sonra mekanik dayanımın azalması beklenen bir durumdur.



Şekil 5. %0 (1), %0,05 (2); %0,5 (3); %1 (4) ve %2 (5) nano-SiO₂ katkılı PHEMA'nın mekanik dayanımları
Figure 5. Mechanical strength of 0.05% (2); 0.5% (3); 1% (4) and 2% (5) nano-SiO₂ doped PHEMA

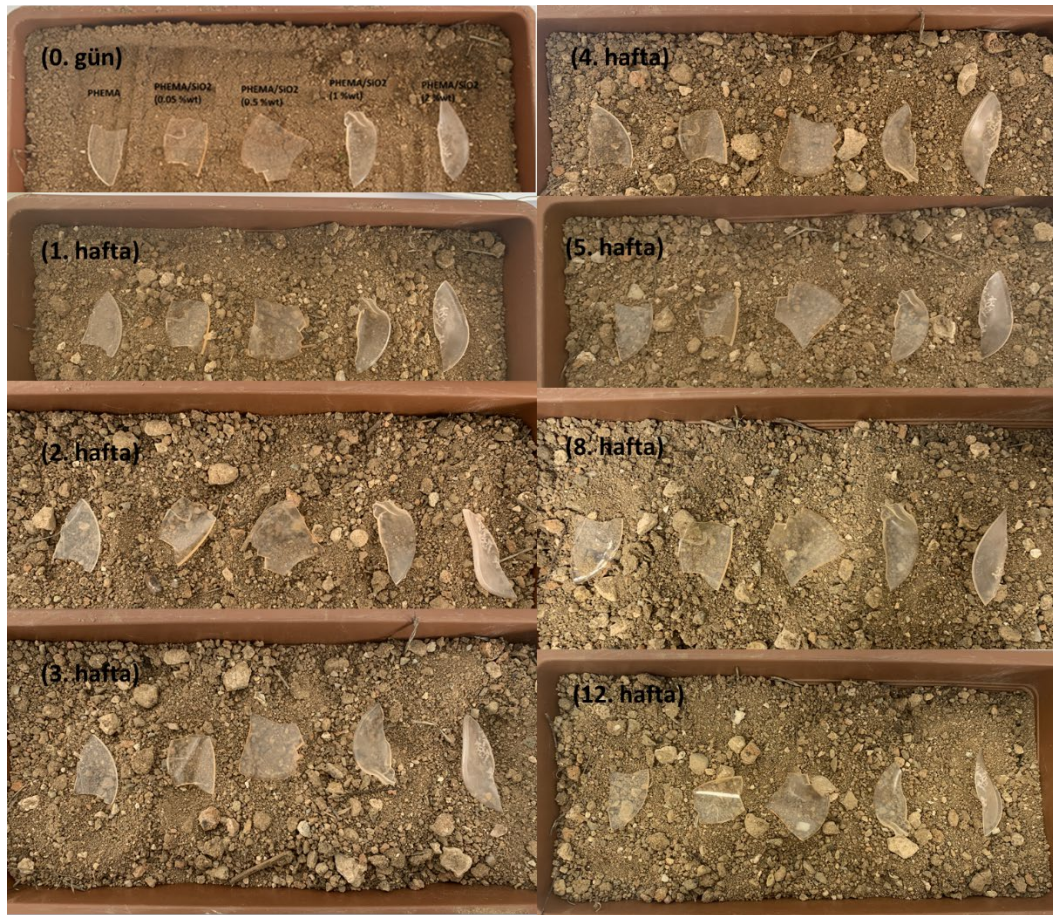
Biyobozunurluk Test Sonuçları

Bu çalışma kapsamında üretilen filmler ve hidrojeller, aynı miktar ve aynı özellikteki toprak içerisine yerleştirilmiştir. Başlangıçtan itibaren tam bozunmanın gerçekleşeceği tarihe kadar izlenmeye devam edilmiştir. Aynı polimer (PHEMA) bazlı ve farklı takviye malzemesi (nano-SiO₂) katkılanmış numunelerin topraktaki biyobozunurlukları değerlendirilmiştir. Şekil 6'da verilen toplu gösterimde ilk ağırlıkları bilinen filmlerin zamanla bozulma görselleri fotoğraflanmıştır. Şekil 7'den de anlaşılacağı gibi başlangıç ve son çekilen fotoğraflarda jellerin iyice hafifleyerek 12. haftadan itibaren transparan hale geldikleri görülmektedir. Çizelge 1'de ise her bir jelin haftalık kütle ölçümlerinin alındığı veriler bulunmaktadır. Buna göre ilk haftalarda hidrojel yapısında bulunan filmlerin

topraktaki nemi bünyesinde tutması sebebi ile kütle artışı görülmüştür (Cheng vd., 2014). 2. Haftadan sonra alınan tartımlarda biyolojik bozunmanın başladığı ve tartımlardaki azalmanın gerçekleştiği kaydedilmiştir.

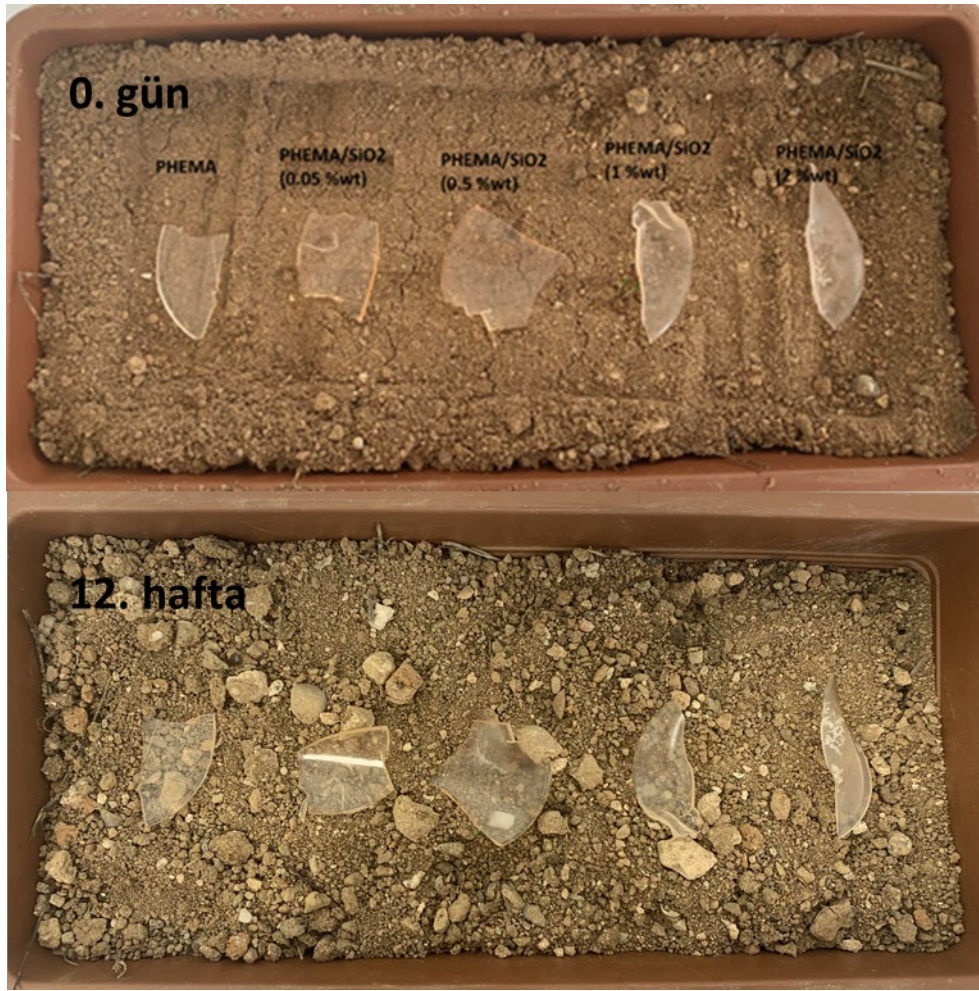
Termal Analiz Sonuçları

Katkılı ve katkısız PHEMA numunelerinin TG ve dTG eğrileri sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir. TGA termogramları, PHEMA ve nano SiO₂ katkılı PHEMA'nın bozunma basamaklarının 200–400 °C sıcaklık aralığında olduğunu göstermiştir. Bu termal işlemde, polimerik yapının bozunması, dehidrasyon ve karbonizasyon basamaklarını içerir. Bu sıcaklık aralığı da literatürle uyum içindedir (Croisier ve Jerome, 2013).



Şekil 6. Nano SiO₂ katkılı ve katkısız PHEMA bazlı nanokompozit filmlerin biyolojik bozunurluğu (soldan sağa; saf PHEMA, ağırlıkça %0.05 nano SiO₂ katkılı PHEMA, ağırlıkça %0.5 nano SiO₂ katkılı PHEMA, ağırlıkça %1 nano SiO₂ katkılı PHEMA ve ağırlıkça %2 nano SiO₂ katkılı PHEMA)

Figure 6. Biodegradability of nano SiO₂-doped and undoped PHEMA-based nanocomposite films (from left to right; pure PHEMA, 0.05 wt% nano SiO₂-doped PHEMA, 0.5 wt% nano SiO₂-doped PHEMA, 1 wt% nano SiO₂-doped PHEMA and 2 wt% nano SiO₂-doped PHEMA)



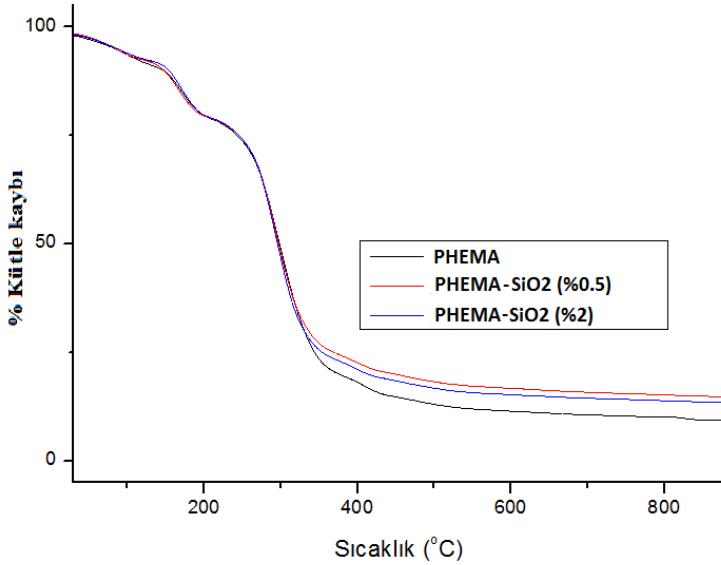
Şekil 7. Nano SiO₂ katkılı ve katkısız PHEMA bazlı nanokompozit filmlerin başlangıçtaki (sıfırıncı gün) ve sondaki (12. hafta) biyolojik bozunurluğu

Figure 7. Initial (day zero) and final (week 12) biodegradability of nano SiO₂ doped and undoped PHEMA-based nanocomposite films

Tablo 1. Biyobozunur proseste filmlerin kütleli değişimleri

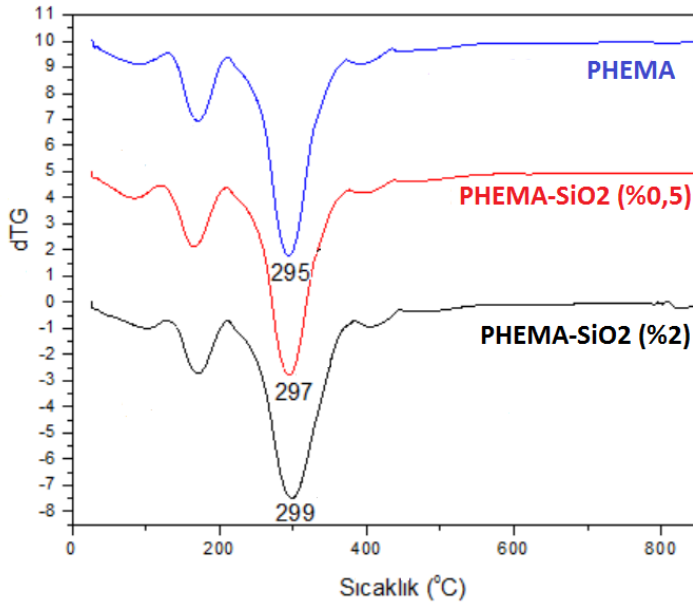
Table 1. Mass changes of films in biodegradable process

	0. Gün (g)	1. Hafta (g)	2. Hafta (g)	3. Hafta (g)	4. Hafta (g)	5. Hafta (g)	6. Hafta (g)	8. Hafta (g)	12. Hafta (g)
PHEMA	1.6011	1.6190	1.6427	1.6028	1.5941	1.5936	1.5871	1.5950	1.5955
PHEMA/SiO₂ (%0.05)	1.5282	1.5484	1.5804	1.5254	1.5184	1.5168	1.5088	1.5164	1.5163
PHEMA/SiO₂ (%0.5)	2.4653	2.5002	2.5693	2.4642	2.4530	2.4489	2.4390	2.4446	2.4477
PHEMA/SiO₂ (%1)	1.4678	1.4850	1.5150	1.4643	1.4583	1.4582	1.4498	1.4569	1.4573
PHEMA/SiO₂ (%2)	1.7246	1.7428	1.7720	1.7186	1.7153	1.7136	1.7067	1.7130	1.7143



Şekil 8. Katkısız ve %0.5 ve %2 katkılı PHEMA nanokompozitlerin TG eğrileri

Figure 8. TG curves of undoped and doped (0.5 and 2%) PHEMA nanocomposites



Şekil 9. Katkısız ve %0.5 ve %2 katkılı PHEMA nanokompozitlerin dTG eğrileri

Figure 9. dTG curves of undoped and doped (0.5 and 2%) PHEMA nanocomposites

Sonuç

PHEMA-nano SiO₂ katkılı ve katkısız hidrojellerin sentezi gerçekleştirilmiştir. Yapı karakterizasyonu FT-IR analizi ile yapılmıştır. Sentezlenmiş hidrojellerin ve nanokompozitlerin elastikiyet testleri milimetrik ölçüm ile mukayese edilmiştir. Bu durumda %0, %0,05; %0,5; %1 ve %2 nano-SiO₂ katkılı PHEMA'nın mekanik dayanımları nano SiO₂ katkılanmış ve katkılanmamış PHEMA jellerinin mekanik dayanımları tartışılmıştır. Filmlerin morfolojik özellikleri SEM analizi ile karakterize edilmiştir. Biyobozunurluk testleri aynı miktar toprak saksılarında, aynı oda ve nem koşullarında takibe alınmıştır. Isıl özellikleri TG-DTA/DSC ile belirlenmiştir. Elde edilen malzemelerin kimyasal yapı, morfoloji özellikler, mekanik, termal ve biyobozunur davranışlarının incelenmesi sonucunda, ileri ki çalışmalarda antimikrobiyel malzeme kullanım alanlarında test edilebilmesi hedeflenmiştir.

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.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Althues, H., Henle, J., Kaskel, S. (2007). Functional inorganic nanofillers for transparent polymers. *Chemical Society Reviews*, 36, 1454–1465.

<https://doi.org/10.1039/b608177k>

Althues, H., Simon, P., Philipp, F., Kaskel, S. (2006). Integration of zinc oxide nanoparticles into transparent poly(butanediolmonoacrylate) via Photopolymerisation. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 6, 409-413.

<https://doi.org/10.1166/jnn.2006.917>

Batista, R.A., Espitia, P.J.P., Quintans, J.S.S., Freitas, M.M., Cerqueira, M.Â., Teixeira, J.A., Cardoso, J.C. (2019). Hydrogel as an alternative structure for food packaging systems. *Carbohydrate Polymers*, 205, 106-116,

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.10.006>

Baum, M., Brittain, W.J. (2002). Synthesis of polymer brushes on silicate substrates via reversible addition fragmentation chain transfer technique. *Macromolecules*, 35, 610-615.

<https://doi.org/10.1021/ma0112467>

Chae, D.W., Kim, B.C. (2005). Characterization on polystyrene/zinc oxide nanocomposites prepared from solution mixing. *Polymers for Advanced Technologies*, 16, 846-850.

<https://doi.org/10.1002/pat.673>

Cheema, T.A., Lichtner, A., Weichert, C., Böhl, M., Garnweitner, G. (2012). Fabrication of transparent polymer-matrix nanocomposites with enhanced mechanical properties from chemically modified ZrO₂ nanoparticles. *Journal of Materials Science*, 47, 2665-2574.

<https://doi.org/10.1007/s10853-011-6092-5>

Cheng, P.S., Zeng, K.M., Chen, J.H. (2014). Preparation and characterization of transparent and UV-Shielding Epoxy/SR-494/APTMS/ZnO nanocomposites with high heat resistance and anti-static properties. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 61, 320-328.

<https://doi.org/10.1002/jccs.201300477>

Croisier, F., Jérôme, C. (2013). Chitosan-based biomaterials for tissue engineering. *European Polymer Journal*, 49, 780-792.

<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2012.12.009>

Edmondson, S., V Osborne, L., Huck, W.T.S. (2004). Polymer brushes via surface-initiated polymerizations. *Chemical Society Reviews*, 33, 14-22.

<https://doi.org/10.1039/b210143m>

Evora, V.M.F., Shukla, A. (2003). Fabrication, characterization, and dynamic behavior of polyester/TiO₂ nanocomposites. *Materials Science and Engineering: A*, 361, 358-366.

[https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(03\)00536-7](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(03)00536-7)

Gökmen, F. Ö. (2022). PVP/PVA blended hydrogels as a biofilm for use in food packaging applications. *Food and Health*, 8(3), 172-180.

<https://doi.org/10.3153/FH22017>

Gokmen, F.O., Yaman, E., Temel, S. (2021). Eco-friendly polyacrylic acid based porous hydrogel for heavy metal ions adsorption: characterization, adsorption behavior, thermodynamic and reusability studies. *Microchemical Journal*, 168, 106357.

<https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106357>

Hussemann, M., Malmström, E.E., McNamara, M., Mate, M., Mecerreyes, D., Benoit, D.G., et al. (1999). Controlled synthesis of polymer brushes by “living” free radical polymerization techniques. *Macromolecules*, 32, 1424-1431.

<https://doi.org/10.1021/ma981290v>

Jlassi, K., Chandran, S., Micusik, M., Benna-Zayani, M., Yagci, Y., Thomas, S., et al. (2015). Poly(glycidyl methacrylate)-grafted clay nanofiller for highly transparent and mechanically robust epoxy composites. *European Polymer Journal*, 72, 89-101.

<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2015.09.004>

Kerker, M. (1969). The scattering of light and other electromagnetic radiation. *New York: John Wiley and Sons Inc.*, 688.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404550-7.50008-7>

Loste, J., Lopez-Cuesta, J.M., Billon, L., Garay, H., Save, M. (2019). Transparent polymer nanocomposites: An overview on their synthesis and advanced properties. *Progress in Polymer Science*, 89, 133-158.

<https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2018.10.003>

Li, S., Lin, M.M., Toprak, M.S., Kim, D.K., Muhammed, M. (2010). Nanocomposites of polymer and inorganic nanoparticles for optical and magnetic applications. *Nano Reviews*, 1, 1-19.

<https://doi.org/10.3402/nano.v1i0.5214>

Li, Y., Tao, P., Viswanath, A., Benicewicz, B.C., Schadler, L.S. (2013). Bimodal surface ligand engineering: the key to tunable nanocomposites. *Langmuir*, 29, 1211-1220.

<https://doi.org/10.1021/la3036192>

Li, Y.Q., Fu, S.Y., Mai, Y.W. (2006). Preparation and characterization of transparent ZnO/epoxy nanocomposites with high-UV shielding efficiency. *Polymer*, 47, 2127-2132.

<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2006.01.071>

Li, Y.Q., Yang, Y., Fu, S.Y. (2007). Photo-stabilization properties of transparent inorganic UV-filter/epoxy nanocomposites. *Composites Science and Technology*, 67, 3465-3471.

<https://doi.org/10.1021/jp901501z>

Luo, Y., Yang, J., Dai, X., Yang, Y., Fu, S. (2009). Preparation and optical properties of novel transparent Al-Doped-ZnO/epoxy nanocomposites. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113, 9406-9411.

<https://doi.org/10.1002/adma.200502404>

Lü, C., Cheng, Y., Liu, Y., Liu, F., Yang, B. (2006). A facile route to ZnS–Polymer nanocomposite optical materials with high nanophase content via X-Ray irradiation initiated bulk polymerization. *Advanced Materials*, 18, 1188-1192.

<https://doi.org/10.1002/adma.200502404>

Mallakpour, S., Dinari, M. (2013). Nanocomposites of poly (vinyl alcohol) reinforced with chemically modified Al₂O₃: synthesis and characterization. *Journal of Macromolecular Science, Part B*, 52, 1651-1661.

<https://doi.org/10.1080/00222348.2013.789349>

Marentette, J.M., Brown, G. (1998). The crystallization of poly (ethylene oxide) in blends with neat and plasticized poly (vinyl chloride). *Polymer*, 39, 1415-1427.

[https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(97\)00154-7](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(97)00154-7)

Margaritis, A., Kalfoglou, N. (1988). Compatibility of poly (vinyl chloride) with epoxidized polybutadiene. *European Polymer Journal*, 24, 1043-1047.

[https://doi.org/10.1016/0014-3057\(88\)90063-8](https://doi.org/10.1016/0014-3057(88)90063-8)

Matyjaszewski, K., Xia, J. (2001). Atom transfer radical polymerization. *Chemical Reviews*, 101, 2921-2990.

<https://doi.org/10.1021/cr940534g>

Neiro, S.M.S., Dragunski, D.C., Rubira, A.F., Muniz, E.C. (2000). Miscibility of PVC/PEO blends by viscosimetric, microscopic and thermal analyses. *European Polymer Journal*, 36, 583-589.

[https://doi.org/10.1016/S0014-3057\(99\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0014-3057(99)00082-8)

Ogoshi, T., Chujo, Y. (2005). Synthesis of poly (vinylidene fluoride)(PVdF)/silica hybrids having interpenetrating polymer network structure by using crystallization between PVdF chains. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 43, 3543-3550.

<https://doi.org/10.1002/pola.20833>

Sunkara, H.B., Jethmalani, J.M., Ford, W. (1995). Solidification of colloidal crystals of silica. *ACS Symposium Series*, 585, 181-191.

<https://doi.org/10.1021/bk-1995-0585.ch014>

Suzuki, N., Zakaria, M.B., Chiang, Y.D., Wu, K.C.W., Yamauchi Y. (2012). Thermally stable polymer composites with improved transparency by using colloidal mesoporous

silica nanoparticles as inorganic fillers. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 14, 7427-7432.

<https://doi.org/10.1039/c2cp40356k>

Tsai, C.L., Yen, H.J., Liou, G.S. (2016). Highly transparent polyimide hybrids for optoelectronic applications. *Reactive and Functional Polymers*, 108, 2-30.

<https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2016.04.021>

Tsai, C.M., Hsu, S.H., Ho, C.C., Tu, Y.C., Tsai, H.C., Wang, C.A., et al. (2014). High refractive index transparent nanocomposites prepared by in situ polymerization. *Journal of Materials Chemistry C*, 2, 2251-2258.

<https://doi.org/10.1039/c3tc32374a>

Vogelsanger, N., Formolo, M.C., Pezzin, A.P.T., Schneider, A.L.S., Furlan, S.A., Bernardo, H.P., Duek, E.A.d.R. (2003). Blandas biodegradáveis de poli (3-hidroxibutirato) / poli(e-caprolactona): Obtenção e estudo da miscibilidade. *Materials Research*, 6, 359-365.

<https://doi.org/10.1590/S1516-14392003000300010>

Werne, T., Patten, T.E. (1999). Preparation of structurally well-defined polymer–nanoparticle hybrids with controlled/living radical polymerizations. *Journal of the American Chemical Society*, 121, 7409-7410.

<https://doi.org/10.1021/ja991108l>

Werne, T., Patten, T.E. (2001). Atom Transfer Radical Polymerization from Nanoparticles: A Tool for the Preparation of Well-Defined Hybrid Nanostructures and for Understanding the Chemistry of Controlled / “Living” Radical Polymerizations from Surfaces. *Journal of the American Chemical Society*, 123, 7497-7505.

<https://doi.org/10.1021/ja010235q>

Zhi, S.H., Xu, J., Deng, R., Wan, L.S., Xu, Z.K. (2014). Poly (vinylidene fluoride) ultrafiltration membranes containing hybrid silica nanoparticles: Preparation, characterization and performance. *Polymer*, 55, 1333-1340.

<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2013.12.035>

Zhou, H., Wang, H., Tian, X., Zheng, K., Wu, Z., Ding, X., et al. (2014). Preparation of UV-curable transparent poly (urethane acrylate) nanocomposites with excellent UV/IR shielding properties. *Composites Science and Technology* 94, 105-110.

<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2014.01.022>

Genç erişkinlerde beslenme okuryazarlığı düzeyi yaşam kalitesi ile ilişkili midir?

Sinem EREM, Zeynep BEKTAŞ

Cite this article as:

Erem, S., Bektaş, Z. (2023). Genç erişkinlerde beslenme okuryazarlığı düzeyi yaşam kalitesi ile ilişkili midir? *Food and Health*, 9(2), 129-138. <https://doi.org/10.3153/FH23012>

Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, Edirne, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.E. 0000-0002-3849-0805
Z.B. 0000-0003-1966-8206

Submitted: 16.11.2022

Revision requested: 04.12.2022

Last revision received: 07.12.2022

Accepted: 22.12.2022

Published online: 13.03.2023

Correspondence:

Sinem EREM

E-mail: dvt.seremm@hotmail.com



© 2023 The Author(s)

Available online at

<http://jfhscscientificwebjournals.com>

ÖZ

Bu çalışma genç erişkinlerde beslenme okuryazarlığı düzeyinin yaşam kalitesi ile ilişkisini incelemek amacıyla planlanmıştır. Araştırmaya Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören 234 öğrenci katılmıştır. Çalışma verileri 2022 yılı Şubat-Haziran ayları arasında çevrimiçi anket ile toplanmıştır. Katılımcıların %60.3'ü kadındır. Bireylerin ortalama yaşı, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve BKİ değeri sırasıyla 21.35 ±1.43 yıl, 64.76 ±15.8 kg, 169.86±8.50 cm, 21.22 ±3.63 kg/m²'dir. Katılımcıların %9.7'si zayıf, %71.3'ü normal kilolularda genel beslenme bilgisi puanı en yüksek bulunmuştur (p<0.05). Bireylerin %82.5'inde beslenme okuryazarlığı düzeyi yeterlidir. Bu oran, zayıflarda %95.2, şişmanlarda ise %67.4 bulunmuştur (p<0.05). Erkeklerde gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık puanı ortalaması kadınlara göre daha yüksek saptanmıştır (p<0.05). Yaşam kalitesi alt ölçekleri incelendiğinde, normal kilolularda MBÖ-12 (Mental Bileşen Özeti) alt ölçek puanları zayıf ve şişmanlara göre daha yüksek bulunmuştur (p<0.05). Öğrencilerin beslenme okuryazarlığı düzeyi arttıkça FBÖ-12 (Fiziksel Bileşen Özeti) ve MBÖ-12 alt ölçek puanları artmıştır (p<0.05). Genel beslenme bilgisi alt ölçek puanı arttıkça hem kadın hem de erkeklerde MBÖ-12 alt ölçek puanında artış tespit edilmiştir (p<0.05). Üniversite öğrencilerinin beslenme okuryazarlığı konusunda farkındalıklarının artırılması, gerekli eğitimlerin verilmesi yaşam kalitesini arttırmada yarar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme okuryazarlığı, Beslenme, Genel beslenme bilgisi, Yaşam kalitesi

ABSTRACT

Is nutritional literacy level in young adults associated with quality of life?

This study was planned to examine the relationship between nutritional literacy level and quality of life in young adults. 234 students studying at Trakya University Faculty of Dentistry participated in the research. Study data were collected by online questionnaire between February and June 2022. 60.3% of the participants are women. The mean age, body weight, height and BMI of the individuals were 21.35 ±1.43 years, 64.76 ±15.8 kg, 169.86 ±8.50 cm, 21.22 ±3.63 kg/m², respectively. 9.7% of the participants were underweight, 71.3% were normal weight, 19.7% were obese. While the average of the highest nutritional literacy score was found in thin individuals, the general nutritional knowledge score was found to be highest in normal weight individuals (p<0.05). Nutrition literacy level is sufficient in 82.5% of individuals. This rate was found to be 95.2% in the thin and 67.4% in the obese (p<0.05). Food label reading and numerical literacy scores were higher in men than in women (p<0.05). When the quality of life subscales were examined, the MCS-12 (Mental Component Summary) subscale scores were found to be higher in normal-weight subjects than in thin and obese subjects (p<0.05). As the students' nutritional literacy level increased, their PCS-12 (Physical Component Summary) and MCS-12 subscale scores increased (p<0.05). As the general nutrition knowledge subscale score increased, an increase was found in the MCS-12 subscale score in both women and men (p<0.05). Increasing the awareness of university students about nutritional literacy and providing the necessary training can be beneficial in increasing the quality of life.

Keywords: Nutrition literacy, Nutrition, General nutrition knowledge, Quality of life

Giriş

Gıda ve beslenme okuryazarlığı bireylerin gıda, beslenme, besin seçimi, besin tüketimi, sağlıklı beslenme, gıda güvenliği ve güvenliği gibi konularda doğru bilgi, tutum ve beceri sahibi olmalarını, bu konularda doğru kararlar almalarını ve uygun davranışlar göstermelerini sağlamaktadır (Aktaş ve Özdoğan, 2016). Cimbaro (2008), beslenme okuryazarlığını gıda sistemleri ile biyolojik, sosyal ve ekolojik sistemlerin ilişkisi hakkında dili kullanarak bilgi üretmek ve bu bilgiyi topluma iletmek olarak tanımlarken, Block ve ark. (2005) bu kavramı hem beslenme bilgilerinin anlaşılması hem de bu bilgilerle uyumlu olarak hareket ederek, sağlıklı gıda ve beslenme hedeflerinin sürekli olarak geliştirilmesi olarak ifade etmiştir. Kolasa ve ark. (2001), ise bu kavramı bireylerin gıda ve beslenme hakkında temel bilgileri elde etme, işleme ve anlama yeteneği ve bu bilgileri uygun sağlık kararları alabilmeleri için kullanabilme yeterliliği olarak tanımlamıştır.

Beslenmenin temel amaçlarından biri de yaşam kalitesinin artırılmasıdır. Yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen demir eksikliği anemisi, zayıflık ve şişmanlık gibi beslenme sorunlarını azaltmak, diyabet ve hipertansiyon gibi beslenme ile ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi ve yönetimi sağlıklı beslenmeyi öğrenmek ile mümkündür (TÜBER, 2022). Sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazanılması için çeşitli sağlık ve eğitim politikalarıyla beslenme okuryazarlığı düzeylerinin de artırılması gerekmektedir (Ayer, 2018; Er Döngel, 2020). Beslenme okuryazarlığı ülkemizde son on yılda her risk grubunda oldukça fazla araştırılan bir konudur (Dilsiz, 2020; Kırşan ve Özcan, 2021; Özdenk ve Özcebe, 2018; Özdenk, 2020; Özenoğlu ve ark., 2021; Özüpek ve Arslan, 2021). Toplumda beslenme okuryazarlığının öneminin anlaşılması ve yaygınlaşması sağlığın, iyilik halinin, sağlıklı beslenme ve besin seçiminin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, olumlu beslenme alışkanlıklarının kazanılması yönünde katkı sağlayabilecektir (Aktaş ve Özdoğan, 2016; Duman ve ark., 2021). Bu kazanımların yanısıra iyi bir beslenme okuryazarı olan bireyin daha yüksek yaşam kalitesine sahip olabileceği bildirilmiştir (Er Döngel, 2020). Bu araştırma Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinde (20-25 yaş) beslenme okuryazarlığı düzeyi ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu araştırmaya Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören 20-25 yaş arası öğrencilerin dâhil edilmiştir. Araştırma gönüllülük esasına dayanmaktadır. Araştırma için oluşturulan anket formu çevrimiçi olarak Google Forms programı kullanılarak oluşturulmuş ve katılımcılara yönlendirilmiştir. Çalışma kapsamında öğrencilerin genel bilgileri (cinsiyet, doğum tarihi, sınıf, bölüm, vücut ağırlığı, boy uzunluğu) kaydedilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerden yaşam kalitesi ve beslenme okuryazarlığı durumunun belirlenebilmesi için sırasıyla Yaşam Kalitesi Kısa Ölçeği'nin (SF-36) 12 maddelik kısaltılmış formunu (SF-12) ve Yetişkinlerde Beslenme Okuryazarlığı Değerlendirme Aracı (YBOYDA)'nı cevaplamaları istenmiştir (Cesur ve ark., 2015; Koçyiğit, ve ark., 1999; Soylu ve Kütük, 2020). Antropometrik ölçümler (vücut ağırlığı ve boy uzunluğu) katılımcıların beyanları (son 6 ay içerisindeki ölçüm değeri) dâhilinde kaydedilmiştir. Bu iki ölçüm değeri ile katılımcıların Beden Kütle İndeksi (BKİ) değerleri hesaplanmış ve (<18.5 kg/m² "Zayıf", 18.5-24.99 kg/m² "Normal", >25.0 kg/m² ise "Şişman") sınıflandırılmıştır (WHO, 2000).

Araştırma Örnekleminin Belirlenmesi

Literatürde üniversite öğrencilerinde YBOYDA ve SF-12 ölçeği kullanılarak yaşam kalitesi değerlendirmesine ilişkin yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin %59,8'inin beslenme okuryazarlığı düzeyinin yeterli olduğu belirlenmiştir (Döngel, 2020). Bu çalışmada da olayın görülme sıklığı %59,8 olarak kabul edilmiş, evreni bilinen örneklem hesabı formülü kullanılarak minimum ulaşılabilecek örneklem sayısı belirlenmiştir (Kılıç, 2012). Araştırma örnekleminin hesaplanması için Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören öğrencilerin sayısına (n: 554) ulaşılmıştır. Bu verilere dayanarak %5.0'lik bir farkı anlamlı bulmak için 0.05 yanılma olasılığı ve %95.0 güç ile en az 223 öğrenciye ulaşılması gerektiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda 234 öğrenciye ulaşılmıştır.

Yetişkinlerde Beslenme Okuryazarlığı Değerlendirme Aracı (YBOYDA)

Cesur ve ark. (2015), tarafından geliştirilen YBOYDA'nın madde güçlük derecesi 0.55, madde ayırt edicilik gücü 0.73, Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0.75 ve test-tekrar test yöntemine göre korelasyon katsayısı 0.85 olarak bulunmuştur. Ölçeğin alt bölümleri olan genel beslenme bilgisi (GBB) (10 soru), okuduğunu anlama (OAY) (6 soru), besin grupları (BG) (10 soru), porsiyon miktarları (PM) (3 soru) ve gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık (GEOTM) (6 soru) olmak üzere beş bölümden (toplam 35 soru) oluşmaktadır. Doğru yanıtlanan her bir soru "1" puan, yanlış cevaplanan ve boş bırakılan sorular ise "0" puandır. Beslenme okuryazarlığı düzeyi 0-11 puan arasında olanlar "yetersiz", 12-23 puan arasında olanlar "sınırdan", 24-35 puan arasında olanlar ise "yeterli" olarak sınıflandırılmıştır (Cesur ve ark., 2015).

Yaşam Kalitesi Ölçeği Kısa Formu-Kısaltılmış (SF-12)

Yaşam kalitesinin ve sağlık çıktılarının değerlendirilmesine yönelik birçok ölçek mevcuttur. SF-36 bunlardan bir tanesi olmakla birlikte Ware ve Sherbourne tarafından geliştirilmiş (Ware, 1993), türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 1999 yılında yapılmıştır (Koçyiğit ve ark., 1999). Bu çalışmada kullanılan SF-12 yaşam kalitesi ölçeği, SF-36 ölçeğinin kısaltılmasıyla elde edilmiştir. Bu ölçeğin SF 36'ya alternatif olarak Türkiye'de yapılacak araştırmalarda kullanılabileceği bildirilmiştir (Soylu ve Kütük, 2020). Ölçek değerlendirmesi fiziksel ve mental bileşen özeti (FBÖ-12 ve MBÖ-12) olmak üzere iki alt ölçek skoru üzerinden yapılmıştır. Yüksek skorlar ('0' puan sağlık algısı kötü, '100' puan sağlık durumunda sorun yok) iyi sağlık durumunu göstermektedir (Ware ve ark., 1996). Ölçeğin değerlendirmesinde on iki soru için fiziksel bileşen özeti toplamına 56.57706 puan eklenerek FBÖ-12; mental bileşen özeti toplamına 60.75781 puan eklenerek MBÖ-12 değeri hesaplanmıştır (Farivar ve ark., 2007; Soylu ve Kütük, 2020).

Araştırma Etik İzni

Araştırmanın yürütülmesi için Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan TÜTF-GOBAEK 2022/75 sayılı, 07.03.2022 tarihli etik kurul izni alınmıştır. Etik kurul izni alındıktan sonra Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Dekanlığı'ndan araştırmanın yürütülmesine dair gerekli izin (E-12679951 sayılı, 15.04.2022 tarihli) alınmıştır.

Araştırma Verilerinin İstatistiksel Değerlendirmesi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Sciences) programı kullanılmıştır. Araştırma verileri sayı (n), yüzde (%) değerleri, ortalama \pm standart sapma (SS), medyan ve İnterquartile Range (IQR) değerleri ile gösterilmiştir. Nitel verilerin değerlendirilmesinde gruplar arası farklılıkların araştırılmasında, tablolardaki 5 ten küçük ve bulunan göz sayısının toplam göz sayısının %20' sini aşmadığı durumlarda Pearson Ki Kare test, aştığı durumlarda Fisher Exact test kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım durumları n sayısının 30 ve üzeri olduğu durumlarda Kolmogorov-Smirnov; 30'un altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilks testi ile belirlenmiştir. İki değişken arasında doğrusal ilişkinin kuvveti ve yönünün belirlenmesi için normal dağılım göstermeyen verilerde Spearman korelasyon testinden yararlanılmıştır. İkilili grup ortalamalarının karşılaştırmalarında Man Whithney U testi, üçlü grup karşılaştırmalarında ise Kruskal Wallis Varyans Analizi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen üçlü grup ortalamaları arasındaki farkların hangi gruplar arası farktan kaynaklandığının saptanması için Kruskal Vallis Hipotez Testi uygulanmıştır. Tüm analiz sonuçları %95.0'lik güven aralığında, $p < 0,05$ düzeyi anlamlı kabul edilerek değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmaya %60.3'ü kadın, %39.7'si erkek ve yaş ortalaması 21.35 ± 1.43 yıl olan 234 diş hekimliği fakültesi öğrencisi dâhil edilmiştir. Öğrencilerin ortalama vücut ağırlıkları 64.76 ± 15.8 kg, boy uzunlukları 169.86 ± 8.50 cm, BKİ'leri 22.20 ± 3.63 kg/m²'dir (Tablo 1).

Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyet ve BKİ gruplarına göre YBOYDA ve SF-12 alt ölçek puanları Tablo 2'de, YBOYDA ve alt ölçek puanları yeterlilik durumu Tablo 3'te verilmiştir. Ortalama YBOYDA, FBÖ-12 ve MBÖ-12 ölçeği puanları sırasıyla 24.57 ± 2.76 , 54.67 ± 4.32 ve 47.46 ± 9.98 olarak tespit edilmiş (Tablo 2), beslenme okuryazarlığı %82.5 oranında yeterli bulunmuştur (Tablo 3). Bu sonuca ek olarak kadınların erkeklere göre YBOYDA puanları daha yüksek saptanmıştır ($p > 0.005$) (Tablo 2). Beslenme okurya-

zarlığı ile ilişkili yapılan ve beslenme okuryazarlığının belirlenmesinde farklı ölçekler kullanılan çalışmalarda kadınların beslenme okuryazarlığı puanlarının erkeklere oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kalkan, 2019; Özüpek ve Arslan, 2021; Zhang ve ark., 2022). Bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmasa da özellikle kadınlarda GBB ve OAY alt ölçeği puanlarının erkeklere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Tablo 2). Bu durum kadınların besin ve beslenme konusunda daha bilgili ve istekli olmalarından, sağlıklı beslenmeye olan ilgilerinden kaynaklı olabilir.

Katılımcıların cinsiyete göre ortalama YBOYDA alt ölçek puanları incelendiğinde, erkeklerin GEOTM alt ölçeği puanlarının kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Tablo 2). Erkeklerde her ne kadar ortalama GEOTM alt ölçek puanları yüksek olsa da, OAY ve GEOTM alt ölçek puanları yeterlilik yüzdelerinin kadınlara oranla anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 3). Bu sonuçlar araştırma örneklemindeki erkeklerin kadınlara göre gıda etiketlerini okuma ve sayısal okuryazarlık ve okuduğunu anlama ve yorumlama durumu konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını gösterebilir. Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde; YBOYDA toplam puanı kırsal

bölgede yaşayan bireylerde 23.66 ± 4.54 (Topçu ve Torpil, 2022); eğitim düzeyi ilkokul ve ortaokul düzeyinde olan bireylerde sırasıyla 22.40 ± 2.86 ve 22.11 ± 3.30 bulunmuştur (Taraz, 2021). Bu çalışmada ise öğrencilerin YBOYDA toplam puanları ortalaması 24.57 ± 2.76 olarak saptanmıştır (Tablo 2).

Bireylerin öğrenim durumları veya sağlık alanında bir mesleğe sahip olmaları beslenme okuryazarlığı düzeyini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Aktaş, 2022; Altun ve ark., 2022; Carbone ve Zoellner, 2012; Hoseini ve Hoseini, 2019; Özenoğlu ve ark., 2021; Rothman ve ark., 2015; Taylor, ve ark., 2019). Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin ortalama puanlarının Topçu ve Torpil (2022) ve Taraz'ın (2021) yaptıkları çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunması da bu şekilde açıklanabilir. Katılımcıların ortalama YBOYDA puanı zayıf olanlarda, normal ve şişman olanlara göre daha yüksek saptanmış ($p<0.05$) (Tablo 2), YBOYDA yeterlilik düzeyleri de şişmanlara göre oldukça yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 3). Aynı zamanda öğrencilerin BKİ'leri ve vücut ağırlıkları ile YBOYDA puanları arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu da saptanmıştır (sırasıyla $p>0.05$, $p<0.05$) (Tablo 4).

Tablo 1. Öğrencilerin genel özellikleri

Table 1. General characteristics of students

Genel Özellikler		n	%	
Cinsiyet	Kadın	141	60.3	
	Erkek	93	39.7	
BKİ grup	Kadın	Zayıf	20	14.2
		Normal	112	79.4
	Erkek	Şişman	9	6.4
		Zayıf	1	1.1
Toplam	Normal	55	59.1	
	Şişman	37	39.8	
	Zayıf	21	9.0	
Yaş (Yıl)	Toplam	Normal	167	71.3
		Şişman	46	19.7
		Ortalama \pm SS	Medyan (IQR)	Alt-Üst
Yaş (Yıl)	Kadın	21.13 \pm 1.28	21.00(2.0)	20-25
	Erkek	21.67 \pm 1.57	21.00(3.0)	20-25
	Toplam	21.35 \pm 1.43	21.00(2.0)	20-25
Vücut ağırlığı (kg)	Kadın	55.21 \pm 6.22	54.00(6.0)	43.0-78.0
	Erkek	79.24 \pm 14.89	76.00(12.5)	51.0-151.0
	Toplam	64.76 \pm 15.8	60.0(22.0)	43.0-151.0
Boy uzunluğu (cm)	Kadın	164.64 \pm 4.57	165.0(5.0)	150.0-178.0
	Erkek	177.77 \pm 6.79	178.00(5.0)	166.0-218.0
	Toplam	169.86 \pm 8.50	168.0(12.0)	150.0-218.0
BKİ (kg/m ²)	Kadın	20.39 \pm 2.42	19.68(2.36)	17.36-29.36
	Erkek	24.95 \pm 3.44	24.38(3.07)	18.07-37.24
	Toplam	22.20 \pm 3.63	21.22(5.07)	17.36-37.24

n:Sayı, %: Yüzde

Tablo 2. Öğrencilerin cinsiyet ve BKİ gruplarına göre YBOYDA ve SF-12 ölçeği puanları**Table 2.** YBOYDA and SF-12 scale scores of students according to gender and BMI groups

Ölçekler	Kadın	Erkek	P	Zayıf	Normal	Şişman	Toplam (n:234)	P
	Ortalama±SS	Ortalama±SS		Ortalama±SS	Ortalama±SS	Ortalama±SS		
	Medyan(IQR) Alt-Üst	Medyan(IQR) Alt-Üst		Medyan(IQR) Alt-Üst	Medyan(IQR) Alt-Üst	Medyan(IQR) Alt-Üst		
YBOYDA Alt Ölçekleri								
GBB	9.40±0.97	9.08±1.54	0.110 ^a	9.43±9.53	9.46±0.94	8.52±1.88	9.27±1.24	0.000^{b*}
	10.00(1.00)	10.00(1.00)		10.00(1.00)	10.00(1.00)	9.00(2.00)	10.00(1.00)	
	5.00-10.00	0.00-10.00		7.00-10.00	5.00-10.00	0.00-10.00	0.00-10.00	
OAY	5.04±0.55	4.86±0.95	0.214 ^a	5.00±0.32	5.03±0.61	4.72±1.17	4.96±0.74	0.234 ^b
	5.00(0.00)	5.00(0.00)		5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(1.00)	5.00(1.00)	
	2.00-6.00	0.00-6.00		4.00-6.00	2.00-6.00	0.00-6.00	0.00-6.00	
BG	3.84±0.45	3.84±0.65	0.246 ^a	3.95±0.22	3.86±0.42	3.72±0.89	3.84±0.54	0.642 ^b
	4.00(0.00)	4.00(0.00)		4.00(0.00)	4.00(0.00)	4.00(0.00)	4.00(0.00)	
	1.00-4.00	0.00-4.00		3.00-4.00	1.00-4.00	0.00-4.00	0.00-4.00	
PM	1.38±0.53	1.44±0.60	0.361 ^a	1.38±0.50	1.43±0.54	1.35±0.64	1.41±0.56	0.790 ^b
	1.00(1.00)	1.00(1.00)		1.00(1.00)	1.00(1.00)	1.00(1.00)	1.00(1.00)	
	0.00-3.00	0.00-3.00		1.00-2.00	0.00-3.00	0.00-3.00	0.00-3.00	
GEOTM	5.39±0.78	5.50±0.10	0.011^{a*}	5.81±0.40	5.43±0.80	5.28±1.20	5.44±0.87	0.081 ^b
	6.00(1.00)	6.00(1.00)		6.00(0.00)	6.00(1.00)	6.00(1.00)	6.00(1.00)	
	2.00-4.00	1.00-6.00		5.00-6.00	2.00-6.00	1.00-6.00	1.00-6.00	
YBOYDA	25.06±2.04	24.72±3.59	0.704 ^a	25.27±1.16	25.21±1.95	23.59±4.74	24.57±2.76	0.023^{b*}
	25.00(2.00)	26.00(2.00)		26.00(1.50)	26.00(1.00)	25.00(3.00)	25.00(2.00)	
	12.00-28.00	3.00-28.00		23.00-27.00	12.00-28.00	3.00-28.00	3.00-28.00	
SF-12 Alt Ölçekleri								
FBÖ-12	55.11 ±4.13	53.07 ±4.53	0.124 ^a	52.97 ±6.39	55.33 ±3.14	53.04 ±6.05	54.67 ±4.32	0.081 ^b
	55.50(2.73)	55.18(3.08)		54.21(3.10)	55.59(2.57)	55.29(4.91)	55.50(2.98)	
	34.64-67.42	32.26-64.61		32.26-58.99	43.53-67.42	34.64-64.61	32.26-67.42	
MBÖ-12	46.81 ±11.00	48.45 ±8.16	0.898 ^a	46.37 ±12.45	48.54 ±9.60	44.04 ±9.49	47.46±9.98	0.003^{b*}
	50.86(15.43)	50.83(10.76)		53.59(21.57)	51.96(11.29)	44.48(13.38)	50.86(13.01)	
	18.18-57.92	22.15-57.92		22.88-57.92	18.18-57.92	22.15-57.83	18.18-57.92	

^aMann Whithney U Test, ^bKruskal Wallis, *p<0,05, ^cKruskal Wallis Hipotez Testi, n:Sayı, IQR: İnterquartile range, GBB: Genel beslenme bilgisi, OAY: Okuduğunu anlama ve yorumlama, BG: Besin grupları, PM: Porsiyon miktarları, GEOTM: Gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık, BB fark yaratan gruplar^c; Şişman-zayıf, Şişman- normal, YBOYDA fark yaratan gruplar^c: Şişman-zayıf; MBÖ-12 fark yaratan gruplar^c: Şişman-normal

Özüpek ve Arslan (2021) tarafından beslenme ve diyetetik öğrencilerinde yapılan çalışmada BKİ sınıflamasına göre en yüksek beslenme okuryazarlığı düzeyi (%75.7 yeterli) zayıf bireylerde görülmüştür. Özenoğlu ve ark. (2021) BKİ değeri 30.00 kg/m² ve üzerinde olan kadın ve erkeklerde normal kilolulara göre YBOYDA puanlarını daha yüksek saptamış, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Başka bir çalışmada ise yetişkinlerin BKİ değerleri azaldıkça YBOYDA puanlarının arttığı saptanmış, bu çalışma sonuçları doğrulanmıştır (Er Döngel, 2020). Bu sonuç zayıf bireylerin besin tüketimi konusunda daha hassas olması, beslenmeye olan ilgilerinin daha yüksek olmaları ve besin etiketi okuma konusunda daha duyarlı olmalarından kaynaklı olabilir. Nitekim istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da zayıf öğrenci-

lerin GEOTM ve BG alt ölçekleri ortalama puanlarının normal kilolu ve şişman öğrencilere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 2).

Bireylerin BG alt ölçek puanları incelendiğinde, BG alt ölçek puanı ortalamaları arasında cinsiyete göre anlamlı bir fark bulunmasa da (Tablo 2), BG alt ölçeği yetersizlik yüzdesi kadınlarda (%3.2) erkeklere (%7.7) oranla daha düşük bulunmuştur (Tablo 3). Ayrıca BG alt ölçeği puanları ve vücut ağırlığı arasında negatif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır (r=-0.222, p<0.01). Zayıf bireylerde her ne kadar sağlıklı beslenmeye ilişkin alınan önlemler daha sağlıklı olma izlenimi verse de, sağlıklı yeme takıntısı yönünden de değerlendirilmelidir. Besin gruplarının katılımcılar tarafından yeterli şekilde tanınmaması, üniversite döneminde sağlıklı beslenme ve besin tercihlerinin yapılmaması bireyleri yetersiz ve

dengelesiz beslenmeye yönlendirebilir. Özellikle sağlıklı besin seçimi ve sağlıklı beslenme farkındalığının oluşturulması, bu konularda eğitimler verilmesi üniversite öğrencileri için öncelik olmalıdır.

Araştırmaya dâhil edilen katılımcıların GBB alt ölçek puanı ortalamasının zayıf ve normal vücut ağırlığına sahip katılımcılarda şişmanlara göre daha yüksek olduğu ($p<0.05$) (Tablo 2), vücut ağırlığı şişman olarak sınıflandırılan katılımcılarda GBB alt ölçek puanı yeterlilik yüzdesinin daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Tablo 3). Ayrıca hem kadın hem de erkeklerde GBB alt ölçek puanları ve BKİ değerleri arasında negatif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir (sırasıyla $r=-0.287$, $p<0.001$; $r=-0.249$, $p<0.05$) (Tablo 4). Er Döngel (2020) tarafından yürütülen çalışmada, GBB alt ölçek puanı ile BKİ değerleri arasında negatif yönlü anlamlı ilişki tespit edilirken, İran'da yapılan başka bir çalışmada pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiş fakat bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$) (Yarmohammadi ve ark., 2022). Diğer bir çalışmada ise obez olmayan bireylerde obezlere göre daha yüksek GBB alt ölçek puanı yeterlilik

yüzdesi saptanmıştır (Kozan, 2019). Bireylerin genel beslenme bilgilerinin yeterli olması vücut ağırlıklarının kontrolünde olumlu etki sağlayabilir. Bu çalışma sonuçları da literatürü doğrulamıştır. Bu sonuca ek olarak kadınlarda BKİ değerleri arttıkça OAY alt ölçeği puanlarının arttığı da tespit edilmiş ($r=0.185$, $p<0.05$), kadınlarda şişman olma yüzdesinin erkeklere göre oldukça az (%6.4) olduğu da belirlenmiştir (Tablo 4). Dolayısıyla zayıf olan kadınlarda vücut ağırlıkları normalleştiğinde OAY alt ölçeği puanlarının artmış olması beklenen bir sonuç olacaktır. Genel örneklemede istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da bireylerin BKİ değerleri arttıkça OAY alt ölçeği puanlarının azaldığı saptanmıştır ($r=-0.074$, $p>0.05$) (Tablo 4). Yarmohammadi ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar tespit etmiştir. Ayrıca OAY alt ölçek puanının zayıf ve normal vücut ağırlıklı bireylerde şişmanlara göre daha yeterli olduğu bulunmuştur (Tablo 3). Bu sonuçlardan yola çıkılarak BKİ ve vücut ağırlıklarının YBOYDA ölçeği puanında farklılığı yaratmasının en temel sebeplerinin GBB veya OAY alt ölçek puanları olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Öğrencilerin cinsiyet ve BKİ gruplarına göre YBOYDA ve alt ölçek puanlarının yeterlilik durumu

Table 3. The adequacy of the students' scores on the YBOYDA and subscales according to their gender and BMI groups

Ölçekler ve alt grupları	Cinsiyet				BKİ grupları				Toplam		P		
	Kadın		Erkek		Zayıf		Normal		Şişman				
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
YBOYDA													
Yeterli	121	85.8	72	77.4	20	95.2	142	85.0	31	67.4	193	82.5	0.209 ^{cc} 0.006 ^{de*}
Sınırdaki	20	14.2	19	20.4	1	4.8	25	15.0	13	28.3	39	16.7	
Yetersiz	-	-	2	2.2	-	-	-	-	2	4.3	2	0.9	
GBB													
Yeterli	133	94.3	82	88.2	20	95.2	158	94.6	37	80.4	215	91.9	0.130 ^{cc} 0.015 ^{de*}
Sınırdaki	8	5.7	10	10.8	1	4.8	9	5.4	8	17.4	18	7.7	
Yetersiz	-	-	1	1.1	-	-	-	-	1	2.2	1	0.4	
OAY													
Yeterli	127	90.1	71	76.3	20	95.2	146	87.4	32	69.6	198	84.6	0.008 ^{cc*} 0.017 ^{de*}
Sınırdaki	13	9.2	20	21.5	1	4.8	20	12.0	12	26.1	33	14.1	
Yetersiz	1	0.7	2	2.2	-	-	1	0.6	2	4.3	3	1.3	
BG													
Sınırdaki	123	87.2	85	92.4	20	95.2	148	88.6	40	88.9	208	89.3	0.008 ^{cc*} 0.831 ^{de}
Yetersiz	18	7.7	3	3.2	1	4.8	19	11.4	5	10.7	25	10.7	
PM													
Yeterli	45	31.9	35	37.6	-	-	3	1.8	1	2.2	4	1.7	0.213 ^{cb} 0.993 ^{de}
Sınırdaki	73	51.8	50	53.8	8	38.1	66	39.5	17	37.0	91	38.9	
Yetersiz	23	16.3	8	8.6	13	61.9	98	58.7	28	60.9	139	59.4	
GEOTM													
Yeterli	131	92.9	84	90.3	21	100.0	153	91.6	41	89.1	215	91.9	0.004 ^{ce*} 0.195 ^{de}
Sınırdaki	8	5.7	6	6.5	-	-	12	7.2	2	4.3	14	6.0	
Yetersiz	2	1.4	3	3.2	-	-	2	1.2	3	6.5	5	2.1	

^bPearsın Ki Kare Testi, ^cFisher Exact Testi, * $p<0.05$, n: Sayı, %: Yüzde, ^eCinsiyet ve yeterlilik durumu ilişkisi ve ^dBKİ grupları ve yeterlilik durumu ilişkisi

GBB: Genel beslenme bilgisi, OAY: Okuduğunu anlama ve yorumlama, BG: Besin grupları ve PM: Porsiyon miktarları, GEOTM: Gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık

Tablo 4. Öğrencilerin YBOYDA, vücut ağırlıkları, BKİ'leri ve SF-12 puanları ilişkisi

Table 4. The relationship between students' YBOYDA, body weights, BMIs and SF-12 scores

	GBB	OAY	BG	PM	GEOTM	YBOYDA	Vücut ağırlığı	BKİ	FBÖ-12	MBÖ-12
Değişkenler	r									
GBB	-	0.185 ^{v*} 0.325 ^{y**} 0.521 ^{z*}	0.164 ^v 0.298 ^{y**} 0.440 ^{z**}	-0.028 ^v -0.117 ^y 0.037 ^z	0.090 ^v 0.056 ^y 0.303 ^{z**}	0.624 ^{v**} 0.619 ^{y**} 0.777 ^{z**}	-0.249 ^{v**} -0.115 ^y -0.195 ^{z**}	-0.287 ^{v**} -0.249 ^{y*} -0.263 ^{z**}	-0.164 ^v 0.137 ^y -0.028 ^z	0.372 ^{v**} 0.573 ^{y**} 0.442 ^{z**}
OAY		-	0.255 ^{v**} 0.343 ^{y**} 0.580 ^{z**}	0.094 ^v 0.078 ^y 0.179 ^{z**}	0.153 ^v 0.218 ^y 0.408 ^{z**}	0.519 ^{v**} 0.702 ^{y**} 0.780 ^{z**}	-0.081 ^v 0.024 ^y -0.258 ^{z**}	0.185 ^{v*} 0.029 ^y -0.074 ^z	0.000 ^v 0.103 ^y 0.159 ^{z*}	0.192 ^{v*} 0.191 ^y 0.203 ^{z**}
BG			-	0.163 ^v 0.106 ^y 0.215 ^{z*}	0.201 ^{v*} 0.460 ^{y**} 0.523 ^{z**}	0.433 ^{v**} 0.448 ^{y**} 0.757 ^{z**}	-0.161 ^v -0.091 ^y -0.222 ^{z**}	-0.090 ^v -0.00 ^y 0.004 ^z	0.010 ^v 0.043 ^y 0.163 ^{z*}	0.413 ^{v**} 0.086 ^y 0.300 ^{z**}
PM				-	0.130 ^v 0.185 ^y 0.182 ^{z**}	0.415 ^{v**} 0.265 ^{y*} 0.366 ^{z**}	-0.094 ^v -0.065 ^y -0.047 ^z	0.040 ^v -0.017 ^y 0.048 ^z	0.108 ^v -0.096 ^y 0.084 ^z	-0.048 ^v -0.119 ^y -0.066 ^z
GEOTM					-	0.547 ^{v**} 0.540 ^{y**} 0.700 ^{z**}	0.154 ^v -0.102 ^y -0.083 ^z	0.050 ^v -0.051 ^y 0.132 ^{z*}	-0.043 ^v 0.088 ^y 0.114 ^z	0.056 ^v -0.143 ^y -0.005 ^z
YBOYDA						-	-0.165 ^v -0.044 ^y -0.302 ^{z**}	-0.163 ^v -0.084 ^y -0.077 ^z	0.028 ^v 0.098 ^y 0.178 ^{z**}	0.235 ^{v**} 0.293 ^{y*} 0.248 ^{z**}
Vücut Ağırlığı							-	0.768 ^{v**} 0.896 ^{y**} 0.906 ^{z**}	-0.037 ^v -0.146 ^y -0.280 ^{z**}	-0.280 ^{v**} -0.193 ^y -0.113 ^z
BKİ								-	0.015 ^v -0.076 ^y -0.192 ^{z**}	0.226 ^{v**} -0.338 ^{y**} -0.092 ^z

Spearman Korelation,^v Kadın ^yErkek ^zGenel örneklem *P<0,05 **P<0,001, r: Korelasyon katsayısı

GBB: Genel beslenme bilgisi, OAY: Okuduğunu anlama ve yorumlama, BG: Besin grupları, PM: Porsiyon miktarları,

GEOTM: Gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık

Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyete göre FBÖ-12 ve MBÖ-12 alt ölçek puanı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 2). Ayrıca normal vücut ağırlığına sahip bireylerde, zayıf ve şişman bireylere göre hem FBÖ-12 (p>0.05), hem de MBÖ-12 alt ölçek puanları ortalamasının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.05) (Tablo 2). Genel örnekleme vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinin artması FBÖ-12 alt ölçek puanlarını istatistiksel olarak anlamlı derecede azaltırken (sırasıyla r=-0.280 p<0.001; r=-0.192 p<0.001), bu değerlerin MBÖ-12 alt ölçek puanları ile anlamlı ilişkisi olmadığı saptanmıştır (sırasıyla r=-0.113 p>0.05; r=-0.092 p>0.05). Buna karşılık erkeklerde BKİ değerleri arttıkça MBÖ-12 alt ölçek puanlarının azaldığı (r=-0.338 p<0.001), kadınlarda ise arttığı tespit edilmiştir (r=0.226 p<0.001). Kadınlarda vücut ağırlığı ve MBÖ-12 alt ölçeği puanları arasında negatif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki elde edilmiştir (r=-0.280, p<0.001) (Tablo 4). Bu

sonuçlar kadınlarda şişman olma yüzdesinin oldukça az (%6.4) olmasından kaynaklanabilir (Tablo 1). Akçilek (2017) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin yaşam kaliteleri SF-12 ölçeği ile belirlenmiş, zayıf bireylerde en düşük MBÖ-12; en yüksek FBÖ-12 alt ölçek puanları saptanmıştır. Fakat BKİ sınıflamasına göre yaşam kalitesi puanlarının istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermediği tespit edilmiştir (p>0.05). Kocaman ve Telatar (2020) ise normal kilolu bireylerin fazla kilolu ve obez bireylere göre hem FBÖ-12 hem de MBÖ-12 puanlarının daha yüksek olduğunu saptanmıştır (sırasıyla p<0.05, p>0.05). Bu çalışmada da bulunduğu gibi, vücut ağırlığının kabul edilen sınırlar içerisinde olmasının bireylerin yaşam kalitesini arttırmada önemli bir faktör olduğu aşikârdır.

Yaşam kalitesi toplumdaki her risk grubunda olduğu gibi üniversite öğrencilerinde de önemli bir yer tutmaktadır. Öğren-

cilerin ailelerinden uzakta yaşamaları, psikolojik durumlarının ve sosyal çevrelerindeki değişiklikler, ekonomik durumları besine ulaşmaları, dengeli ve düzenli bir öğün tüketimi konusunda oldukça büyük problemler oluşturabilir (Doğan ve Akçalı, 2021; Ermiş ve ark., 2015; Onurlubaş ve ark., 2015). Bu problemlere ek olarak öğrencilerin beslenme okuryazarlığı konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları yaşam kalitesinin azalmasına sebebiyet verebilir.

Cesur ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada bireylere beslenme okuryazarlığı vizyonunun yerleşmesinin daha sağlıklı bir yaşam sürmelerine olanak sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada beslenme okuryazarlığı yeterlilik düzeyi Özenoğlu ve ark. (2012)'nin yaptıkları çalışmaya benzer şekilde %80'in üzerinde bulunmuştur (Tablo 2). Araştırma sonuçlarından elde edilen bu yüksek değerün üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi ile ilişkisi merak uyandırmıştır. Öğrencilerin özellikle FBÖ-12 alt ölçek puanları arttıkça OAY, BG alt ölçeği ve YBOYDA puanlarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı tespit edilmiştir (sırasıyla $r=0.159$ $p<0.05$; $r=0.163$ $p<0.05$; $r=0.178$ $p<0.001$). Bu sonuca ek olarak MBÖ-12 ölçeği puanlarının ise GBB, OAY, BG alt ölçekleri ve YBOYDA puanı ile pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki gösterdiği belirlenmiştir (sırasıyla $r=0.442$ $p<0.001$; $r=0.203$ $p<0.001$; $r=0.300$ $p<0.001$; $r=0.248$ $p<0.001$) (Tablo 4). Er Döngel (2020)' in yaptığı çalışmada ise GBB, OAY, GEOTM alt ölçek puanları ve yaşam kalitesi arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0.05$). Bu çalışma sonucuna benzer olarak, bireylerin YBOYDA ölçeği puanları ve yaşam kalitesi arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Sonuç

Bu çalışma ile üniversite öğrencilerinde beslenme okuryazarlığı düzeylerinin öğrenim durumlarına bağlı olarak değişebileceği, özellikle vücut ağırlığı ve BKİ değişimlerini etkileyebileceği, en önemlisi de öğrencilerin fiziksel ve mental sağlıkları üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği belirlenmiştir. Yaşam kalitesi ve beslenme okuryazarlığı ilişkisini araştıran çalışmalar oldukça kısıtlı olmakla beraber, daha geniş çaplı araştırmaların yapılması daha net sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan TUTF-GO-BAEK 2022/75 sayılı, 07.03.2022 tarihli etik kurul izni alınmıştır.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Aktaş, C. (2022). Sağlık çalışanlarında beslenme ve sağlık okuryazarlık düzeyi ile diyet kalite indeksi arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aktaş, N., Özdoğan, Y. (2016). Gıda ve beslenme okuryazarlığı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 146-153.

<https://doi.org/10.29050/harranziraat.259105>

Akcilek, E. (2017). Üniversite öğrencilerinde sağlık okuryazarlığı ve yaşam kalitesinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altun, H.K., Suna, G., Kürklü, N.S., Ermumcu, M.Ş.K., Ateş, Z., Akçınar, E., Akın, H. (2022). Evaluation of the relationship between nutrition literacy and health literacy in adults. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 50(2), 30-38.

<https://doi.org/10.33076/2022.BDD.1642>

Ayer, Ç. (2018). Çivril yöresindeki adolesanlarda beslenme okuryazarlığının mevcut durumu ve etkileyen faktörler. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Block, L.G., Grier, S.A., Childers, T.L., Davis, B., Ebert, J.E., Kumanyika, S., . . . Ginkel Bieshar, M.N.G. (2011). From nutrients to nurturance: A conceptual introduction to food well-being. *Journal of Public and Marketing*, 30(1), 5-13.

<https://doi.org/10.1509/jppm.30.1.5>

Carbone, E.T., Zoellner, J. M. (2012). Nutrition and health literacy: A systematic review to inform nutrition research and

practice. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(2), 254-265.

<https://doi.org/10.1016/j.jada.2011.08.042>

Cesur, B., Koçoğlu, G., Sümer, H. (2015). Evaluation instrument of nutrition literacy on adults (EINLA) a validity and reliability study. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, 2(1), 127-130.

<https://doi.org/10.15761/ifnm.1000114>

Cimbaro, M.A. (2008). Nutrition literacy: Towards a new conception for home economics education. University of British Columbia, Master Thesis, The University of British Columbia, Vancouver.

Dilsiz, B. (2020). Lise öğrencilerinde beslenme okuryazarlığı ve obezite yaygınlığının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doğan, H., Akçalı, G. (2021). Üniversite öğrencilerinin yaşadıkları sosyo-ekonomik sorunlar üzerine bir inceleme. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 309-316.

<https://doi.org/10.32329/uad.903559>

Duman, E., Yıldız, T.A., Keser, A., Ok, M.A. (2021). 19-64 yaş arası bireylerde beslenme okuryazarlığının ve beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi. 15-17 Aralık 2021, Uluslararası Gazi Sağlık Bilimleri Kongresi Kongre Kitabı, Ankara.

Er Döngel, H. (2020). Yetişkin bireylerin beslenme okuryazarlığı durumu ve yaşam kalitesi ilişkisinin belirlenmesi: Kütahya örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ermiş, E., Doğan, E., Erilli, N., Satıcı, A. (2015). Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının incelenmesi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 30-40.

<https://doi.org/10.17155/spd.67561>

Farivar, S.S., Cunningham, W.E., Hays, R.D. (2007). Correlated physical and mental health summary scores for the SF-36 and SF-12 health survey, V. 1. *Health Quality of Life Outcomes*, 5(1), 1-8.

<https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-54>

Hoseini, R., Hoseini, Z.J. (2019). Investigating nutritional literacy of male student athletes contributed in 2018 Iran university games. *Journal of Health Literacy*, 4(1), 53-59.

<https://doi.org/10.22038/JHL.2019.40251.1053>

Kalkan, I. (2019). The impact of nutrition literacy on the food habits among young adults in Turkey. *Nutr research Pract*, 13(4), 352-357.

<https://doi.org/10.4162/nrp.2019.13.4.352>

Kılıç, S. (2012). Örnek büyüklüğü, güç kavramları ve örnek büyüklüğü hesaplaması. (Turkish). *Journal of Mood Disorders*, 2, 140-142.

<https://doi.org/10.5455/jmood.20120921043306>

Kırşan, M., Özcan, B.A. (2021). Adölesanlarda sağlık okuryazarlığı ve beslenme okuryazarlığının diyet kalitesine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 532-538.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.962135>

Kocaman, F., Telatar, B. (2020). Evaluation of health related quality of life, healthy lifestyle behaviors and weight loss interventions according to body mass index in adults. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 14(4), 497-506.

Koçyiğit, H., Aydemir, Ö., Fişek, G., Ölmez, N., Memiş, A.K. (1999). Form-36 (SF-36)'nın türkçe versiyonunun güvenilirliği ve geçerliliği. *İlaç ve Tedavi Dergisi*, 12(2), 102-106.

Kolasa, K.M., Peery, A.I., Harris, N., Shovelin, K.H. (2001). Food literacy partners program: A strategy to increase community food literacy. *Topics in Clinical Nutrition*, 16, 1-10.

<https://doi.org/10.1097/00008486-200116040-00002>

Kozan, E. (2019). Fazla kilolu ve obez olan ve olmayan erişkin kadınların beslenme okuryazarlığı ve etkileyen faktörler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Onurlubaş, E., Doğan, H.G., Demirkıran, S. (2015). Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3), 61-69.

<https://doi.org/10.13002/jafag861>

Özdenk, G.D., Özcebe, L.H. (2018). Bir üniversite çalışanlarının beslenme okuryazarlığı, beslenme davranışları

ve ilişkili faktörler. *Turkish Journal of Public Health*, 16(3), 178-189.

<https://doi.org/10.20518/tjph.499902>

Özdenk, S. (2020). Genç sporcuların beslenme okuryazarlığı düzeylerinin İncelenmesi (Sinop ili örneği). *International Sport Science Student Studies*, 2(2), 121-129.

Özenoğlu, A., Beyza, G., Karadeniz, B., Fatma, K., Bilgin, V., Bembeyaz, Z., Saha, B.S. (2021). Yetişkinlerde beslenme okuryazarlığının sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumlar ve beden kütle indeksi ile ilişkisi. *Life Sciences*, 16(1), 1-18.

<https://doi.org/10.12739/NWSA.2021.16.1.4B0037>

Özüpek, G., Arslan, M. (2021). Popüler diyet uygulama, beslenme okuryazarlığı ve beden kütle indeksi ilişkisinin değerlendirilmesi: beslenme ve diyetetik öğrencileri üzerine bir çalışma. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi*, 5(3),340-350.

<https://doi.org/10.25048/tudod.966511>

Rothman, R. L., Housam, R., Weiss, H., Davis, D., Gregory, R., Gebretsadik, T., . . . Elasy, T. A.(2015). "Patient understanding of food labels: The role of literacy and numeracy": Correction. *American Journal of Preventive Medicine*, 31(5), 391-398.

<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2006.07.025>

Soylu, C., Kütük, B. (2022). SF-12 yaşam kalitesi ölçeği'nin türkçe formunun güvenilirlik ve geçerlik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 33(2), 108-117.

Taraz, B. (2021). Bir kamu hastanesi kadın hastalıkları ve doğum polikliniğine başvuran gebe kadınların beslenme okuryazarlığı ve beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Taylor, M.K., Sullivan, D.K., Ellerbeck, E.F., Gajewski, B.J., Gibbs, H.D. (2019). Nutrition literacy predicts adherence to healthy/unhealthy diet patterns in adults with a nutrition-related chronic condition. *Public Health Nutrition*, 22(12), 2157-2169.

<https://doi.org/10.1017/s1368980019001289>

Topçu, S., Torpil, H. (2022). Kırsal kesimde yaşayan kadınların beslenme okuryazarlığının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 9(2), 438-451.

TÜBER (2022). Türkiye beslenme rehberi , yayın no: 1031. *T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara*. ISBN: 78-975-590-867-0

Ware, J.E., Kosinski, M., Keller, S.D. (1996). A 12-item short-form health survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical Care*, 34(3), 220-33.

<https://doi.org/10.1097/00005650-199603000-00003>

WHO (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic: Report of a who consultation. In. Geneva: World Health Organization.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>

Erişim Tarihi:8.11.2022.

Yarmohammadi, P., Morowatisharifabad, M.A., Rahaei, Z., Khayyatzadeh, S.S., Madadzadeh, F. (2022). Nutrition literacy and its related demographic factors among workers of Taraz Steel Company, chaharmahal and bakhtiari, Iran. *Frontiers in Public Health*, 10, 911619.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.911619>

Zhang, Y., Zhang, Z., Xu, M., Aihemaitijiang, S., Ye, C., Zhu, W., Ma, G. (2022). Development and validation of a food and nutrition literacy questionnaire for Chinese adults. *Nutrients*, 14(9), 1933.

<https://doi.org/10.3390/nu14091933>

Chard extract increased gastric sialic acid and ameliorated oxidative stress in valproic acid-administered rats

Burçin ALEV-TÜZÜNER^{1,2}, Sevim TUNALI³, Ünsal V. ÜSTÜNDAĞ⁴, Hazal İPEKÇİ⁵, Ebru EMEKLİ-ALTURFAN⁵, Tuğba TUNALI-AKBAY⁵, Refiye YANARDAĞ³, Ayşen YARAT⁵

Cite this article as:

Alev-Tüzüner, B., Tunalı, S., Üstündağ, Ü.V., İpekçi, H., Emekli-Alturfan, E., Tunalı-Akbay, T., Yanardağ, R., Yarat, A. (2023). Chard extract increased gastric sialic acid and ameliorated oxidative stress in valproic acid-administered rats. *Food and Health*, 9(2), 139-147. <https://doi.org/10.3153/FH23013>

¹ Istanbul Gelisim University, Faculty of Dentistry, Department of Basic Medical Sciences, Biochemistry, Istanbul, Türkiye

² Istanbul Gelisim University, Life Sciences and Biomedical Engineering Application and Research Centre, Istanbul, Türkiye

³ Istanbul University-Cerrahpaşa Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Türkiye

⁴ Medipol University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biochemistry, Istanbul, Türkiye

⁵ Marmara University, Faculty of Dentistry, Department of Basic Medical Sciences, Biochemistry, Istanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

B.A.T. 0000-0001-5122-4977

S.T. 0000-0003-3363-1290

Ü.V.Ü. 0000-0003-0804-1475

H.İ. 0000-0003-1193-168X

E.E.A. 0000-0003-2419-8587

T.T.A. 0000-0002-2091-9298

R.Y. 0000-0003-4185-4363

A.Y. 0000-0002-8258-6118

Submitted: 16.12.2022

Revision requested: 24.12.2022

Last revision received: 28.12.2022

Accepted: 31.12.2022

Published online: 23.03.2023

Correspondence:

Burçin ALEV-TÜZÜNER

E-mail: btuzuner@gelisim.edu.tr



© 2023 The Author(s)

Available online at

<http://jfhscientificwebjournals.com>

ABSTRACT

Valproic acid, one of the most used drugs for epilepsy patients, has some known side effects. Chard extract has many pharmacological activities. The study aims to evaluate whether valproic acid might interfere with oxidative metabolism in gastric tissue and whether chard ameliorates these effects. The Sprague Dawley rats were divided into four groups (n=8); control, chard-given control, valproic acid, and chard-given valproic acid. The aqueous extracts of chard leaves were given 1 h before the administration of valproic acid for 7 days. On the 8th day, the animals were sacrificed under anesthesia and gastric tissues were homogenized. When compared to the control group, valproic acid significantly increased malondialdehyde and catalase activity, while superoxide dismutase activity decreased. Chard administration increased glutathione and, sialic acid levels and decreased malondialdehyde levels and superoxide dismutase activity in the valproic acid group. Based on these findings, since chard increased gastric sialic acid levels, we may suggest that chard may protect gastric mucosa may be through its antioxidant effects.

Keywords: Gastric tissue, Valproic acid, Chard, Sialic acid, Oxidative stress

Introduction

The gastrointestinal mucus layer coats and lubricates the surface of gastrointestinal tract. It plays a role in defense against microorganism. The gel layer is also essential for maintenance of intestinal homeostasis as a participating in cell signaling pathways (Johansson et al., 2013). Mucus is composed of mucins that is synthesized and secreted by goblet cells in the intestinal cells. Mucin is composed of sialic acid (SA), fucose, galactose, N-acetylgalactosamine, and N-acetylglucosamine (Wagner et al., 2018).

Valproic acid (2-propyl valeric acid, VPA) is used to prevent seizures and to treat migraines, bipolar, anxiety, and mood disorders. It shows the antiepileptic effect by blocking ion channels and increasing neurotransmitter gamma-aminobutyric acid through several mechanisms. Also, since the demonstration of its function as an inhibitor of histone deacetylase, VPA was used as adjuvant therapy in neurodegenerative diseases, HIV, and cancer (Đikić et al., 2017).

Despite its reputation as a safe drug, VPA has many side effects that may lead to gastrointestinal disturbances, hepatotoxicity, neurological disturbances, weight gain, pancreatitis, teratogenic effects, and thrombocytopenia (Chateauvieux et al., 2010; Gezginci-Oktayoglu et al., 2016). Chronic usage of VPA has decreased the thickness of gastrointestinal mucosa, and muscle layers in the stomach and ileum, and gastrointestinal (GI) tract motility decreased in rats prenatally exposed to VPA (Kim et al., 2013). Furthermore, it is established that VPA is capable of increasing the reactive oxygen species (ROS) levels in various tissues (Cárdenas-Rodríguez et al., 2013; Ustundag et al., 2015). GI complaints are common in epileptic patients taking long-term anti-epileptic drug medication. Prevention of GI side effects is very important in terms of increasing the effectiveness of treatment and reducing seizure attacks depending on drug absorption and use in patients (Jahromi et al., 2011).

Plant extracts have become increasingly popular and are often preferred to synthetic pharmaceuticals. Chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*; Chenopodiaceae) is a widely used plant in folk medicine. Chard extract has many pharmacological activities, including hypoglycemic, anti-inflammatory, antioxidant, anti-acetylcholinesterase, antitumor, hemostatic and hepatoprotective effects (Ozsoy-Sacan et al., 2004; Tunali et al., 2020). The reasons for these activities are vitamin C, vitamin E, glycosides, flavonoids, saponins, minerals, phospholipid, glycolipid, folic acid, carotenoids, and fatty acids components present in this plant (Ustundag et al., 2015; Kim et al., 2004; Trifunovic et al., 2015; Ertik et al., 2021). To our knowledge, a study on the effects of chard on gastric tissue

against VPA toxicity focusing on oxidant-antioxidant parameters and SA as an important component of mucin, which forms the protective layer of the stomach, has not been reported yet. Therefore, this study was focused on the alteration of oxidant and antioxidant systems and SA in gastric tissue in response to VPA administration and the role of chard in VPA-related tissue damage.

Materials and Methods

Preparation of Aqueous Chard Extract

The leaves of chard were collected from Istanbul, Turkey. Prof. Dr. Neriman Ozhatay (Faculty of Pharmacy, Istanbul University) identified the chard leaves. They were washed in distilled water before being dried at room temperature. 100 g of dried chard leaves were extracted by boiling with 1 L of distilled water for 8 hours. After the extract was filtered, its water was removed from the rotary evaporator. The chard extract was administered by gavage to rats for 7 days after being redissolved in water (Tunali et al., 2020).

Experimental Animals

The female Sprague Dawley rats were kept in constant laboratory conditions. The temperature was 25 ± 2 °C and the relative humidity range was 55 ± 8 % with a 12 h:12 h light/dark circle. The animals had a standard pellet diet and access to drinking water ad libitum. Experiments were approved by the Marmara University Animal Care and Use Committee (Ethics Committee Decision Number: 70.2014.mar)

Rats were divided into four groups (n=8) as; control (C); chard given control (100 mg/kg/day, by gavage) (C+Chard); VPA (500 mg/kg/day, intraperitoneally) and chard given VPA (VPA+Chard) (in same dose). For 7 days, chard leaf aqueous extracts were given 1 hour before VPA was given. After the rats were sacrificed under ether anesthesia on the eighth day of the experiment, gastric tissues were taken out. Gastric samples were homogenized in normal saline and were stored frozen at -20°C until the experiment day.

Biochemical Assays

In gastric tissue homogenates, malondialdehyde (MDA) levels were determined by thiobarbituric acid reaction spectrophotometrically at 532 nm for evaluation lipid peroxidation (LPO). LPO results were expressed as nmol MDA/mg protein (Yagi, 1984). GSH content in the supernatant was estimated by Ellman's reagent. Results were expressed as mg GSH/g protein (Beutler, 1975). SOD activity was measured by its capability to increase the effect of riboflavin-sensitized

photooxidation of o-dianisidine. Results were expressed as U/ mg protein (Mylorie et al., 1986). Catalase activity was assayed by measuring the decrease in the H₂O₂ concentration at 240 nm. Results were expressed as U/ mg protein (Aebi, 1984). SA content was measured by the TBA assay of Warren (Warren, 1959). Results were expressed as mg SA/g protein. The protein content in the supernatant was estimated according to Lowry et al., using Bovine Serum Albumin (BSA) as standard (Lowry et al., 1951). It was used to calculate other parameters' values as per protein.

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software, San Diego, California, USA). Data were analysed using One-way ANOVA and post hoc Tukey tests. A p value of less than 0.05 was considered significant. Data were expressed as mean ± standard deviation for each group. Principal component analysis (PCA) was also used to visualize the biochemical changes for all exposure conditions. PCA was performed using OriginPro 2022b (OriginLab Corp.).

Results and Discussion

VPA is a branched short-chain fatty acid and is nearly completely absorbed in the gastrointestinal system (Đikić et al., 2017). VPA causes mild to severe gastrointestinal, hematologic, neurological, dermatologic, mitochondrial, and metabolic toxicity. There is evidence of gastric injury in patients treated with VPA (Jahromi et al., 2011; Ozturk et al., 2017). VPA transforms to free acid (the valproate ion) in the GI tract (Dean et al., 1992). Gastric irritation/symptoms may be caused by its acidic nature. Also, in rats, VPA therapy has been linked to the development of oxidative stress in hepatotoxicity (Chang and Abbott, 2006). The term oxidative stress refers to describe an imbalance between ROS production and antioxidant defense activity. It plays a role in both chronic and acute GI diseases (Brown et al., 2014). The GI tract is important in the absorption of nutrients and the immunological response, and it also plays a role in the formation of ROS. At the same time, SOD, glutathione peroxidase, and CAT are the enzymes involved in protecting cells from the damaging effects of ROS (Vona et al., 2021). On the other hand, the mechanism of valproic acid-induced gastrotoxicity is still unclear.

Chard has many bioactive compounds such as phytopigments, flavonoids, and minerals. It is rich in dietary fibers, proteins, and antioxidants. Since it has also alpha lipoic acid, it decreases glucose levels and increases insulin sensitivity (Gamba et al., 2021).

In the current study, we have evaluated the effect of chard extract on the oxidative stress in the gastric tissue induced by VPA through the analysis of oxidant (LPO) and antioxidant (GSH, SOD, CAT, SA) parameters levels.

The gastric tissue MDA and GSH levels are presented in figure 1 and figure 2, respectively. The MDA levels significantly increased in the VPA group compared with the C groups (p<0.001). Chard administration significantly decreased MDA levels both in the C+Chard and VPA+Chard groups (p<0.001; p<0.001). Administering chard significantly increased the GSH levels both in the C+Chard and VPA+Chard groups (p<0.001; p<0.001).

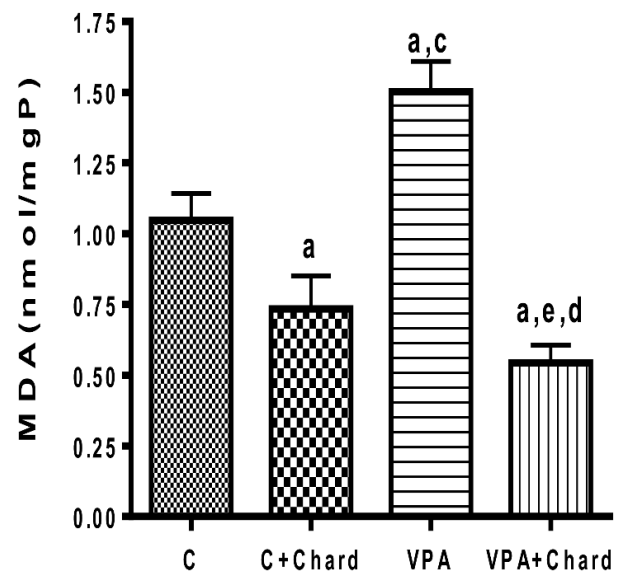


Figure 1. Gastric tissue MDA levels in the control, valproic acid, and chard given groups

Values were given as mean ± standard deviation. C: Control group, C+Chard: Chard given control group, VPA: Valproic acid; VPA+Chard: Chard given VPA group. MDA: Malondialdehyde. ^ap<0.001 significantly different from the C group; ^cp<0.001 significantly different from the C+Chard group; ^dp<0.001 significantly different from the VPA group; ^ep<0.01 significantly different from the C+Chard group.

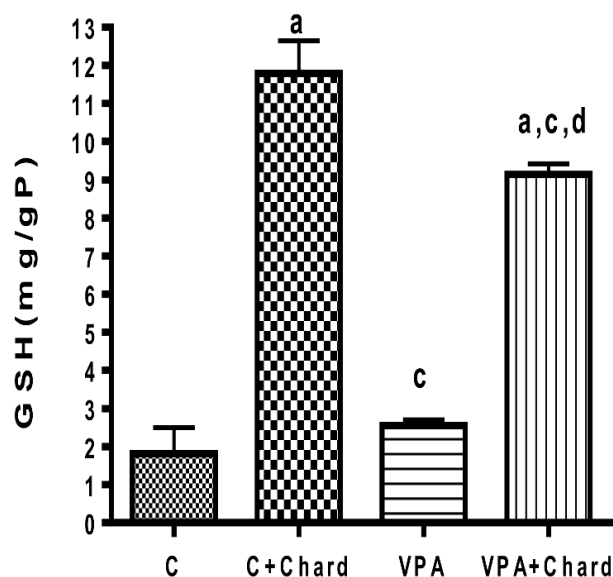


Figure 2. Gastric tissue GSH levels in the control, valproic acid and chard given groups

Values were given as mean \pm standard deviation. C: Control group, C+Chard: Chard given control group, VPA: Valproic acid; VPA+Chard: Chard given VPA group. GSH: Glutathione. ^a $p < 0.001$ significantly different from the C group; ^c $p < 0.001$ significantly different from the C+Chard group; ^d $p < 0.001$ significantly different from the VPA group.

The MDA is one of the products of LPO in the cells, which is used as an oxidative stress marker. Increased MDA is attributed to the enhanced production of ROS (Kwiecien et al., 2014). Compared with the VPA group, chard administration significantly decreased gastric MDA levels and increased GSH level in Chard+VPA group. The chard-induced increase of GSH levels is an antioxidative action because GSH acts as a free radical scavenger and repair the radical induced tissue damage (Ozsoy-Sacan et al., 2004). Also, our results suggest that the flavonoid content in chard is responsible for increased GSH levels in chard given groups. Dietary flavonoids stimulate antioxidant and detoxification defense system transcription through antioxidant response elements (Myhrstad et al., 2002).

As seen in figure 3, VPA caused a significant decrease in SOD activities of the VPA and VPA+Chard groups as compared to the C group ($p < 0.05$; $p < 0.001$). Chard administration decreased SOD activity significantly both in the C+Chard and VPA+Chard groups ($p < 0.05$; $p < 0.001$).

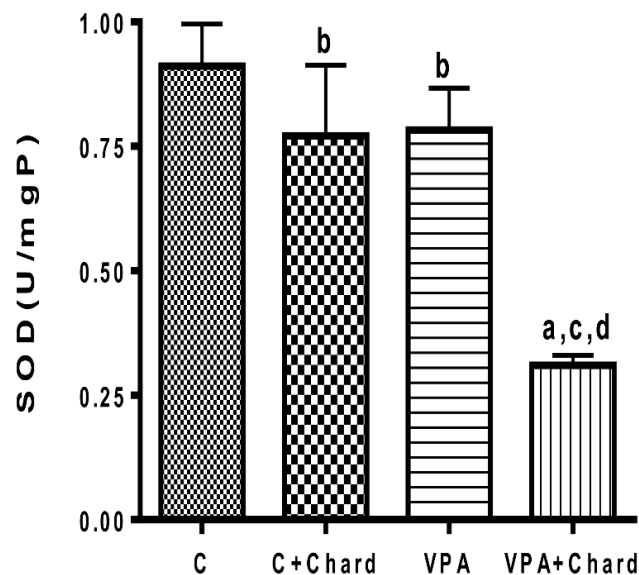


Figure 3. Gastric tissue SOD activity in the control, valproic acid, and chard given groups

Values were given as mean \pm standard deviation. C: Control group, C+Chard: Chard given control group, VPA: Valproic acid; VPA+Chard: Chard given VPA group. SOD: Superoxide dismutase. ^a $p < 0.001$ significantly different from the C group; ^b $p < 0.05$ significantly different from the C group; ^c $p < 0.001$ significantly different from the C+Chard group; ^d $p < 0.001$ significantly different from the VPA group.

The SOD is one of the antioxidants in the first line of defense against ROS to prevent oxidative stress. It converts the highly reactive O_2^- into the less reactive H_2O_2 and plays an important role in preventing oxidative damage (Vona et al., 2021). Our study found a decrease in the SOD activity in the chard given VPA rats. This suggests that O_2^- could not convert into H_2O_2 by SOD. The decrease in SOD activity is an indicator of mitochondrial dysfunction in the VPA-treated rat livers (Oztopuz et al., 2020). We also suggest that the decrease in SOD activity in the C+Chard group can be linked to other mechanisms.

The CAT activity in the gastric tissue is given in figure 4. VPA caused a significant increase in the CAT activities of VPA and VPA+Chard groups as compared to the C group ($p < 0.001$; $p < 0.001$). Chard administration increased the CAT activity significantly in the C+Chard group as compared to the C group ($p < 0.001$) but did not change it in the VPA+Chard group as compared to the VPA group ($p > 0.05$).

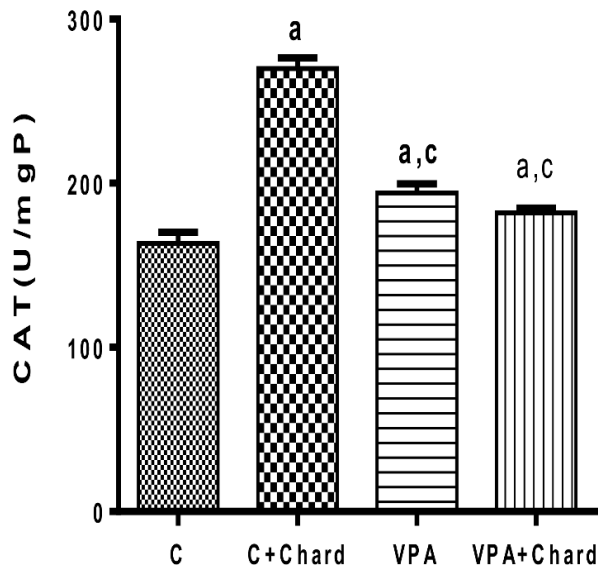


Figure 4. Gastric tissue CAT activity in the control, valproic acid, and chard given groups

Values were given as mean \pm standard deviation. C: Control group, C+Chard: Chard given control group, VPA: Valproic acid; VPA+Chard: chard given VPA group. CAT: Catalase. ^a $p < 0.001$ significantly different from the C group; ^c $p < 0.001$ significantly different from the C+Chard group.

The CAT is an antioxidant enzyme that has the ability to convert H_2O_2 to H_2O and O_2 (Vona et al., 2021). In acidic media, as in the stomach, O_2^- spontaneously is converted to H_2O_2 and peroxy radicals. At pH 4.8, spontaneous dismutation occurs most quickly and H_2O_2 and O_2 are produced (Kaplan et al., 2012). Thus, CAT activity in chard-administrated tissues might be increased in the gastric tissue. Since CAT enzymes are known to improve the capacity of the cells to eliminate ROS, increased enzyme activities would be expected to cause a decrease in MDA in the VPA group (Ustundag et al., 2015). However, no such effect was observed in this study.

As can be seen in figure 5, SA levels were not significantly different when VPA and C groups were compared ($p > 0.05$). Chard administration significantly increased the SA levels both in the C+Chard and VPA+Chard groups ($p < 0.001$; $p < 0.001$). In the VPA+Chard group, SA levels were significantly increased compared to the C group ($p < 0.001$).

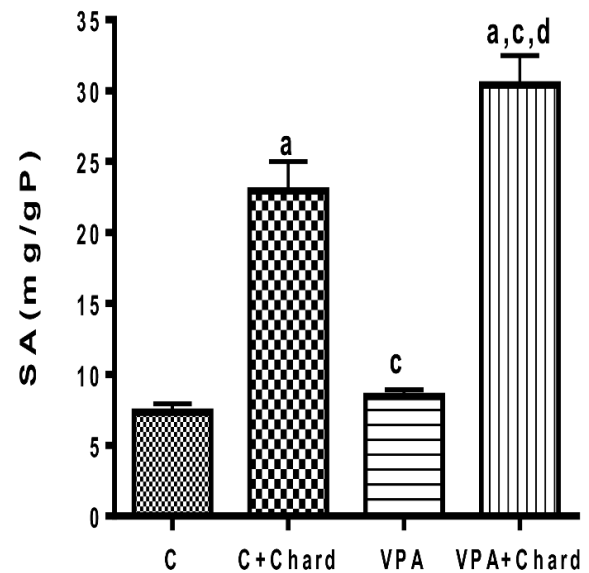


Figure 5. Gastric tissue SA levels in control, valproic acid and chard given groups

Values were given as mean \pm standard deviation. C: Control group, C+Chard: Chard given control group, VPA: Valproic acid; VPA+Chard: Chard given VPA group. SA: Total sialic acid. ^a $p < 0.001$ significantly different from the C group; ^c $p < 0.001$ significantly different from the C+Chard group, ^d $p < 0.001$ significantly different from the VPA group.

SA levels increased with chard administration in both the control and VPA groups. Chard may have an increased amount of gastric mucus. Polyphenolic-rich extract of *Potentilla mooniana* increased mucin activity by increasing the hexosamine and sialic acid content in the gastric tissue (Laloo et al., 2014). It has been suggested that SA has the antioxidant effect of mucin in the mucus layer covering the respiratory and gastrointestinal tracts against hydroxyl radicals. The study by Ogasawara et al. showed that hydroxyl radical produced by UV irradiation of hydrogen peroxide was scavenged by terminal SA residues in bovine submaxillary gland mucin (Ogasawara et al., 2007). It was revealed that SA also acts as an important defense factor of the gastric mucosa in the experimental model of gastritis in the rat (Hussein et al., 2016). SA-based strategies are recommended for the prevention and treatment of *Helicobacter pylori*, as SA has an antiadhesive effect on *H. pylori* on gastrointestinal epithelial cells and has been shown to reduce *H. pylori*-induced ROS production (Yang et al., 2013).

The SA usually presents as terminal components of glycoproteins, and these terminal residues impact mucus's charge, degradation, and rheological properties. Mucus is composed

of mucins that are synthesized and secreted by goblet cells in the intestinal cells. Mucin is composed of SA, fucose, galactose, N-acetylgalactosamine, and N-acetylglucosamine (Wagner et al., 2018). The SA on glycoproteins is released by sialidases such as sialate aldolase (Bhide and Colley, 2017). It has been found in bacteria and in mammalian cells. As a result of SA degradation, the cellular levels of SA increase. Hydrochloric acid secretion in the stomach's parietal cells is controlled by the gastric proton pump (H^+ , K^+ -ATPase). H^+ , K^+ -ATPase consists of the catalytic α subunit and the glycosylated β subunit. Intragastric pH regulates glycosylated β subunit, and inhibiting gastric hydrochloric acid secretion causes β subunit desialylation. It has been reported that the activity of H^+ , K^+ -ATPase is positively regulated by the SA of β subunit of the H^+ , K^+ -ATPase and the low pH reduced H^+ , K^+ -ATPase activity by cleaving the SA of β subunit (Fujii et al., 2016). This may be responsible for the increased SA levels found in the present study.

Flavonoids have attracted attention in the search due to their anti-inflammatory and antioxidant properties. Many studies have shown them to inhibit the gastric H^+K^+ -ATPase (Serafim et al., 2020; Al-Gabri et al., 2022). In the present study, SA levels increased significantly compared to the respective groups in the chard-given control and VPA groups. Since the chard has flavonoids and flavonoids have an inhibitory effect

on H^+K^+ -ATPase, it may be possible to suggest that the flavonoid contents of chard may be responsible for increased SA levels in this study.

Chard contains vitamins C and E that offer health benefits, and one of these benefits is that they are among the non-enzymatic antioxidants. Cytoprotective effects of vitamins C and E against different factors induced gastric mucosal damage were demonstrated (Dawud et al., 2014). In their studies, gastric mucus output was increased, and ulcer scores were decreased when treated with vitamins C and E. The antioxidant properties of vitamins protected the enzymatic and non-enzymatic antioxidants. In our study, the increase in the levels of SA with chard administration may be related to the fact that vitamins C and E increase the amount of mucus in the stomach. In addition, the cytoprotective effect of mucus and the antioxidant properties of vitamins may contribute to the gastroprotective effects of chard.

For each group, PCA was used to prove the correlation between biochemical results (Figure 6). PCA revealed that the first two components detailed around % 91.62 of the total variation in the experimental data (PC1: 66.83%, PC2: 24.79%). Primarily, CAT, GSH, and SA data clustered in the first component. These clusters were highly negatively correlated with MDA and SOD.

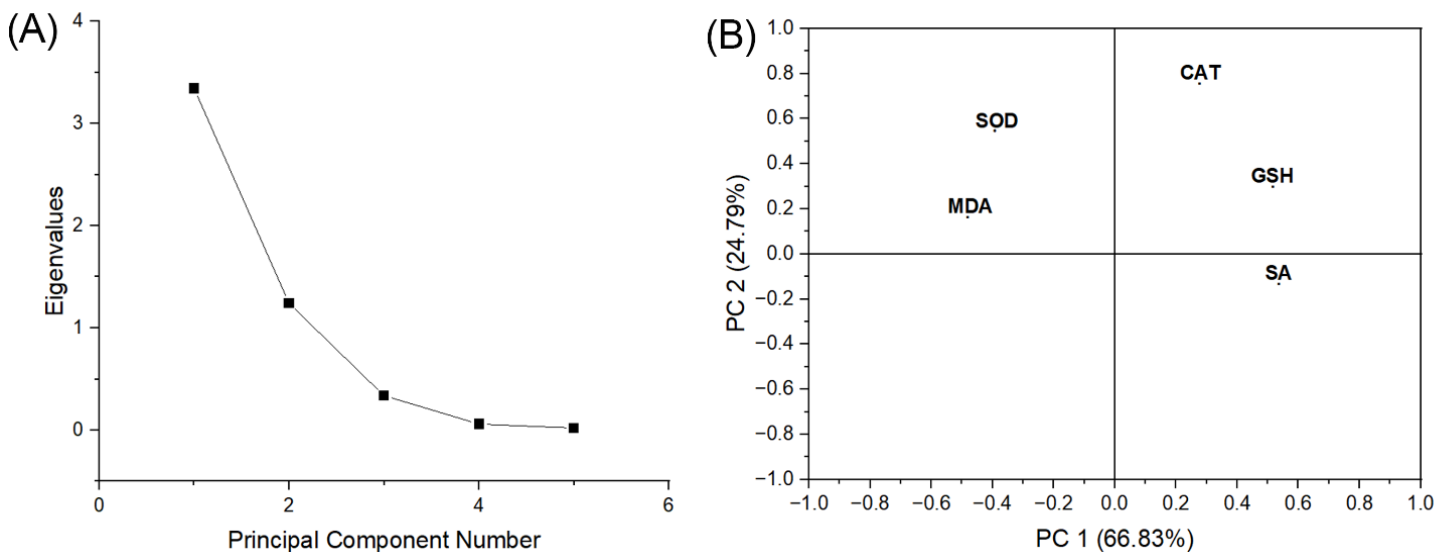


Figure 6. Principal component analysis (PCA) plot of biochemical parameters measured in the stomach (A). All biochemical results of stomach tissues indicator plotted as a function of two first components, explaining together 91.62% of information in the obtained dataset (B)

In the VPA group, we found a significant increase in MDA levels and a decrease in SOD activity, while no significant differences in GSH and SA levels compared to the control group. Also, it can be inferred that VPA produced an unbalanced oxidant/antioxidant cellular process in gastric tissue, with increased MDA and decreased SOD activity. Based on PCA, we observed in our study that antioxidant levels, except SOD, correlated negatively with oxidant levels. A previous study found an inverse relationship between SOD activity and MDA level in the tissues (Wang et al., 2005). But in this study, SOD activity and MDA level decreased significantly in the VPA+Chard group compared with the VPA group. This different oxidant-antioxidant status that occurs with the administration of chard extract may be related to mucus in the gastric tissue.

The increase of GSH and SA levels in chard given groups accompanied by an increase in CAT activity was effective in reducing lipid peroxidation.

This study has some limitations. No morphological or histological experiments were done, but this experiment focused only on biochemical changes in the gastric tissue. Also, H⁺, K⁺-ATPase activity was not examined. So, more extensive research on the chard's gastroprotective properties should be carried out in the future by analyses of H⁺, K⁺-ATPase activity, and molecular mechanisms of oxidative stress.

Conclusion

We may suggest that chard may protect gastric mucosa by increasing antioxidants and sialic acid levels. Therefore, the findings of this study may offer alternative treatment approaches and novel therapeutic targets for stomach damage caused by VPA.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interests: The author declares that for this article, they have no actual, potential, or perceived conflict of interest.

Ethics committee approval: Authors declare that this study does not include any experiments with human or animal subjects.

Funding disclosure: -

Acknowledgments: The authors would like to thank Prof. Dr. Neriman Özhatay for her help in the identification of the plant material.

Disclosure: -

References

- Aebi, H. (1984).** Catalase in vitro. *Methods Enzymology* 105, 121-126.
[https://doi.org/10.1016/s0076-6879\(84\)05016-3](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(84)05016-3)
- Al-Gabri, N., Elnagar, G.M., Saghir, S.A.M., El-Shai-bany, A., Alnomasy, S.F., Althafar, Z.M., Elkomy, N.M.I.M., Elaasser, M.M., Abdoh, M.S., Yosri, M. (2022).** Preliminary study of the gastroprotective effect of *Aloe perryi* and date palm extracts on pyloric ligation-induced gastric ulcer in experimental rats. *BioMed Research International*, 9246785.
<https://doi.org/10.1155/2022/9246785>
- Beutler, E. (1975).** Glutathione: Red cell metabolism. In: Beutler E, editor. *A Manual of Biochemical Methods*. New York: Grune and Stratton Inc. 112-114.
- Bhide GP, Colley KJ. (2017).** Sialylation of N-glycans: Mechanism, cellular compartmentalization and function. *Histochemistry and Cell Biology* 147(2), 149-174.
<https://doi.org/10.1007/s00418-016-1520-x>
- Brown, K., Molcan, E., Rajendiran, E., Nusrat, A., Baker, J., Ruscheinsky, S., Gibson, D. (2014).** Free radicals in gastrointestinal disorders. In: Laher I, editor. *Systems biology of free radicals and antioxidants*. Berlin: Springer-Verlag. 1691-727.
- Cárdenas-Rodríguez, N., Coballase-Urrutia, E., Rivera-Espinosa, L., Romero-Toledo, A., Sampieri III, A., Ortega-Cuellar, D., Montesinos-Correa, H., Floriano-Sanchez, E., Carmona-Aparicio, L. (2013).** Modulation of antioxidant enzymatic activities by certain antiepileptic drugs (valproic acid, oxcarbazepine, and topiramate): Evidence in humans and experimental models. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 598493.
<https://doi.org/10.1155/2013/598493>
- Chang, T.K., Abbott, F.S. (2006).** Oxidative stress as a mechanism of valproic acid-associated hepatotoxicity. *Drug Metabolism Reviews*, 38(4), 627-639.
<https://doi.org/10.1080/03602530600959433>
- Chateauvieux, S., Morceau, F., Dicato, M., Diederich, M. (2010).** Molecular and therapeutic potential and toxicity of valproic acid. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 479364.
<https://doi.org/10.1155/2010/479364>

Dawud, F.A., Mabrouk, M.A., Mohammed, A., Umar, I.A. (2014). Effect of vitamins C & E on aspirin induced gastric mucosal damage and oxidative stress. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 6, 36-41. <https://doi.org/10.19026/CRJBS.6.5495>

Dean, J.C., Penry, J.K. (1992). Valproate. In: Resor SR, Kutt Jr H, editor. *The medical treatment of epilepsy*. Florida: CRC Press, Taylor&Francis Group. 265-279. <https://doi.org/10.1201/9781003066736>

Đikić, D., Jutrić, D., Dominko, K. (2017). The dual nature of the antiepileptic drug valproic acid, with possible beneficial effects in Alzheimer's disease. *Southeastern European Medical Journal*, 1(1), 74-89.

Ertik, O., Sacan, O., Kabasakal, L., Şener, G., Yanardag, R. (2021). Protective effect of chard extract on glycoprotein compounds and advanced oxidation protein product levels in diabetic rat livers. *Experimed*, 11(1), 27-32. <https://doi.org/10.26650/experimed.2021.879204>

Fujii, T., Watanabe, M., Shimizu, T., Takeshima, H., Kushiro, K., Takai, M., Sakai, H. (2016). Positive regulation of the enzymatic activity of gastric H⁺, K⁺-ATPase by sialylation of its β-subunit. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1858(6), 1228-1235. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2016.02.029>

Gamba, M., Raguindin, P.F., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H., Muka, T. (2021). Bioactive compounds and nutritional composition of swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *ciela* and *Flavescens*): A systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(20), 3465-3480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1799326>

Gezginici-Oktayoglu, S., Turkyilmaz, I.B., Ercin, M., Yanardag, R., Bolkent, S. (2016). Vitamin U has a protective effect on valproic acid-induced renal damage due to its anti-oxidant, anti-inflammatory, and anti-fibrotic properties. *Protoplasma*, 253(1), 127-135. <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0796-3>

Hussein, S.A., Karousa, M.M., Amin, A., Awadalla, M.A. (2016). Evaluation of gastroprotective effect and anti-inflammatory role of resveratrol against gastric mucosal alterations in experimental model of gastritis in rats. *International Journal of Pharma Sciences*, 6(3), 1559-1570.

Jahromi, S.R., Togha, M., Fesharaki, S.H., Najafi, M., Moghadam, N.B., Kheradmand, J.A., Kazemi, H., Gorji, A. (2011). Gastrointestinal adverse effects of antiepileptic drugs in intractable epileptic patients. *Seizure*, 20(4), 343-346. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2010.12.011>

Johansson, M.E., Sjövall, H., Hansson, G.C. (2013). The gastrointestinal mucus system in health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 10(6), 352-361. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.35>

Kaplan, K.A., Odabasoglu, F., Halici, Z., Halici, M., Cirdirci, E., Atalay, F., Aydin, O., Cakir, A. (2012). Alpha-lipoic acid protects against indomethacin-induced gastric oxidative toxicity by modulating antioxidant system. *Journal of Food Science*, 77(11), H224-H230. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02920.x>

Kim, I., Chin, Y.W., Lim, S.W., Kim, Y.C., Kim, J. (2004). Norisoprenoids and hepatoprotective flavone glycosides from the aerial parts of *Beta vulgaris* var. *ciela*. *Archives of Pharmacal Research*, 27(6), 600-603. <https://doi.org/10.1007/BF02980156>

Kim, J.W., Choi, C.S., Kim, K.C., Park, J.H., Seung, H., Joo, S.H., Yang, S.M., Shin, C.Y., Park, S.H. (2013). Gastrointestinal tract abnormalities induced by prenatal valproic acid exposure in rat offspring. *Toxicological Research* 29(3), 173-179. <https://doi.org/10.5487/TR.2013.29.3.173>

Kwiecien, S., Jasnos, K., Magierowski, M., Sliwowski, Z., Pajdo, R., Brzozowski, B., Mach, T., Wojcik, D., Brzozowski, T. (2014). Lipid peroxidation, reactive oxygen species and antioxidative factors in the pathogenesis of gastric mucosal lesions and mechanism of protection against oxidative stress-induced gastric injury. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 65(5), 613-622.

Laloo D, Prasad SK, Sairam K, Hemalatha S. (2014). Gastroprotective activity of polyphenolic-rich extract of *potentilla mooniana*. *Pharmaceutical Biology*, 52(12), 1532-42. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.905794>

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R. (1951). Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 193(1), 265-275.

- Myhrstad, M.C., Carlsen, H., Nordström, O., Blomhoff, R., Moskaug, J.Ø. (2002). Flavonoids increase the intracellular glutathione level by transactivation of the γ -glutamylcysteine synthetase catalytical subunit promoter. *Free Radical Biology and Medicine*, 32(5), 386-393.
[https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(01\)00812-7](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(01)00812-7)
- Mylorie, A.A., Collins, H., Umbles, C., Kyle, J. (1986). Erythrocyte SOD activity and other parameters of copper status in rats ingesting lead acetate. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 82(3), 512-520.
[https://doi.org/10.1016/0041-008x\(86\)90286-3](https://doi.org/10.1016/0041-008x(86)90286-3)
- Ogasawara, Y., Namai, T., Yoshino, F., Ishii, K. (2007). Sialic acid is an essential moiety of mucin as a hydroxyl radical scavenger. *FEBS letters*, 581(13), 2473-2477.
<https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.04.062>
- Ozsoy-Sacan, O., Karabulut-Bulan, O., Bolkent, S., Yanardag, R., Ozgey, Y. (2004). Effects of chard (*Beta vulgaris L. var cicla*) on the liver of the diabetic rats: A morphological and biochemical study. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 68(8), 1640-1648.
<https://doi.org/10.1271/bbb.68.1640>
- Oztopuz, O., Turkon, H., Buyuk, B., Coskun, O., Sehitoğlu, M.H., Ovali, M.A., Uzun, M. (2020). Melatonin ameliorates sodium valproate-induced hepatotoxicity in rats. *Molecular Biology Reports*, 47(1), 317-325.
<https://doi.org/10.1007/s11033-019-05134-6>
- Ozturk, O., Koklu, S., Koklu, H. (2017). Recurrent gastric polyposis in a patient using antiepileptic drugs for a long time. *Gastroenterology Nursing*, 40(2), 152-153.
<https://doi.org/10.1097/SGA.0000000000000281>
- Serafim, C., Araruna, M.E., Júnior, E.A., Diniz, M., Hiruma-Lima, C., Batista, L. (2020). A review of the role of flavonoids in peptic ulcer (2010–2020). *Molecules*, 25(22), 5431.
<https://doi.org/10.3390/molecules25225431>
- Trifunovic, S., Topalovic, A., Knezevic, M., Vajs, V. (2015). Free radicals and antioxidants: Antioxidative and other properties of swiss chard (*Beta vulgaris L. subsp. cicla*). *Agriculture & Forestry*, 61(2), 73-92.
<https://doi.org/10.17707/AgricultForest.61.2.06>
- Tunali, S., Cimen, E.S., Yanardag, R. (2020). The effects of chard on brain damage in valproic acid-induced toxicity. *Journal of Food Biochemistry*, 44(10), e13382.
<https://doi.org/10.1111/jfbc.13382>
- Ustundag, U.V., Tunali, S., Alev, B., Ipekci, H., Emekli-Alturfan, E., Akbay, T.T., Yanardag, R., Yarat, A.. (2015). Effects of chard (*Beta vulgaris L. var cicla*) on cardiac damage in valproic acid-induced toxicity. *Journal of Food Biochemistry* 40(2016), 132-139.
<https://doi.org/10.1111/jfbc.12202>
- Vona, R., Pallotta, L., Cappelletti, M., Severi, C., Matarrese, P. (2021). The impact of oxidative stress in human pathology: Focus on gastrointestinal disorders. *Antioxidants*, 10(2), 201.
<https://doi.org/10.3390/antiox10020201>
- Wagner, C.E., Wheeler, K.M., Ribbeck, K. (2018). Mucins and their role in shaping the functions of mucus barriers. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 34,189–215.
<https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-100617-062818>
- Wang, S.H., Wang, Y.Z., Zhang, K.Y., Shen, J.H., Zhou, H.Q., Qiu, X.Y. (2005). Effect of superoxide dismutase and malondialdehyde metabolic changes on carcinogenesis of gastric carcinoma. *World Journal of Gastroenterology*, 11(28), 4305.
<https://doi.org/10.3748/wjg.v11.i28.4305>
- Warren, L. (1959). The thiobarbituric acid assay of sialic acids. *The Journal of Biological Chemistry*, 234, 1971-1975.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)69851-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)69851-5)
- Yagi, K. (1984). Assay for blood plasma or serum. *Methods in Enzymology*, 105, 328-331.
[https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(84\)05042-4](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05042-4)
- Yang, J.C., Yang, H.C., Shun, C.T., Wang, T.H., Chien, C.T., Kao, J.Y. (2013). Catechins and sialic acid attenuate Helicobacter pylori-triggered epithelial Caspase-1 activity and eradicate Helicobacter pylori infection. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 248585.
<https://doi.org/10.1155/2013/248585>

İlkel buğday çeşitleri [dinkel (*Triticum spelta*), siyez (*Triticum monococcum*) ve kavılca (*Triticum dicoccum*)] kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının bazı kalite özellikleri

Ezgi ÖZGÖREN, Fatma IŞIK

Cite this article as:

Özgören, E., Işık, F. (2023). İlkel buğday çeşitleri [dinkel (*Triticum spelta*), siyez (*Triticum monococcum*) ve kavılca (*Triticum dicoccum*)] kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının bazı kalite özellikleri. *Food and Health*, 9(2), 148-159. <https://doi.org/10.3153/FH23014>

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Denizli, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

E.Ö. 0000-0001-9583-817X
F.I. 0000-0002-1718-7313

Submitted: 10.11.2022

Revision requested: 28.01.2023

Last revision received: 14.02.2023

Accepted: 17.02.2023

Published online: 31.03.2023

Correspondence:

Ezgi ÖZGÖREN
E-mail: ezgio@pau.edu.tr



© 2023 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmada; ilkel buğday çeşitlerinden (dinkel, siyez ve kavılca) elde edilen unlar kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri, geleneksel ticari baklavalık unla üretilen kontrol grubu tulumba tatlısıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmada ilkel buğday çeşitleri ile üretilen örneklerin protein ve mineral madde içeriklerinin kontrol örneğinden fazla olduğu belirlenmiştir. Yağ çekme oranı ve spesifik hacim bakımından ise örnekler arasında fark tespit edilmemiştir. İlkel buğday çeşitleri unlarıyla üretilen tulumba tatlılarının L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin kontrol örneğinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Tekstür profil analizinde kontrol örneğinin sertlik değerinin siyez buğdayı unu ile üretilen tulumba tatlısıyla benzer, diğer örneklerden belirgin derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üretimi yapılan tüm örneklerin yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede kontrol örneğinin en yüksek puanları almasının yanında, ilkel buğday çeşitleriyle üretilen tulumba tatlılarının tamamında lezzet, koku ve tekstür karakteristikleri, kontrol örneğiyle benzer bulunmuştur. Tüm örneklerin duyuşal karakteristiklere ait genel beğeni puanlarının ise "orta" sözel ifadesine karşılık gelen 4.0 puanın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tulumba tatlısı, İlkel buğday, Dinkel, Siyez, Kavılca

ABSTRACT

Some quality properties of tulumba desserts produced from ancient wheat varieties [dinkel (*Triticum spelta*), einkorn (*Triticum monococcum*), and kavılca (*Triticum dicoccum*)]

In this study; some chemical, physical and sensory properties of tulumba desserts produced using ancient wheat varieties (dinkel, einkorn and kavılca) were compared with control tulumba desserts which traditionally produced with baklava flour. In the study, it was determined that the protein and mineral matter amounts of the samples produced with ancient wheat varieties were higher than the control sample. There was no significant difference between the samples in terms of oil absorption rate and specific volume. According to color analysis results, it was determined that the L^* , a^* , and b^* values of the tulumba desserts produced with the flours of ancient wheat varieties were lower than the control sample. In the texture profile analysis, it was determined that the hardness value of the control sample was similar to the tulumba dessert produced using einkorn wheat flour and significantly higher than the other samples. In addition, all samples' cohesiveness, springiness, and chewiness values were similar. In sensory evaluation, besides the control sample getting the highest scores, the taste, odor, and texture characteristics of all the tulumba desserts produced with ancient wheat varieties were similar to the control sample. In addition, it was observed that the overall acceptability scores of all products were above 4.0 points, which was the midpoint of the hedonic scale.

Keywords: Tulumba dessert, Ancient wheats, Dinkel, Einkorn, Kavılca

Giriş

Tarihsel süreç içerisinde ilk kültüre alınan bitki gruplarından biri tahıllardır. İnsanların günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %50'si tahıllardan karşılanmaktadır (Kalkan ve Özarık, 2017). Tahıllar arasında buğday, beslenmede önemli bir yere sahiptir. İnsanların birçoğu için temel gıda ve enerji kaynağıdır. Buğday; ekmek, makarna, bisküvi gibi birçok unlu mamulün üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Zengin, 2015). Buğdayın orijini tam olarak bilinmemekle birlikte, yabani ve kavuzlu (kaplı) buğday formlarından *Triticum monococcum*'un (einkorn-siyez) ilk önce Anadolu'nun kurak alanlarından, diğer bir form olan *Triticum dicoccum*'un (emmer-gernik) ise Suriye ve Filistin'in dağlık bölgelerinden dağıldığına dair bazı deliller vardır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Kültürü yapılan buğday (*Triticum L.*) türleri kromozom sayısına göre 3 alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar: 1) diploid siyez (*Triticum monococcum ssp. monococcum*) (2n=14, AA), 2) tetraploid makarnalık buğday (*Triticum durum Desf.*) ve emmer-kavılca (*Triticum dicoccum L.*) (2n=28, AABB) ve 3) hekzaploid ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) ve dinkel (*Triticum spelta L.*) (2n=42, AABBDD). Son yıllarda, modern buğdaylar (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*) yerine kültürü yapılan ilkel (antik, atalık) buğdaylardan kavuzlu buğday çeşitlerinin (siyez, kavılca ve dinkel) tercih edildiği görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri; (i) yüksek lif, mineral madde, antioksidan ve protein içeriği, (ii) daha kolay asimile edilen gluten formlarını ve çölyak hastalığı olan kişiler tarafından sindirilmeyen gliadinlerin düşük toksisiteli formlarını bulundurmaları, (iii) hastalıklara, dona, kuraklığa ve zayıf toprak şartlarına dayanıklı gen arayışları, (iv) buğday ıslahı için potansiyel bir gen kaynağı olmaları, (v) insanların doğal ve organik ürünlere olan ilgisinin artması şeklinde sıralanabilir (Stallknecht vd., 1996; Loje vd., 2003; Hidalgo vd., 2006; Gianfrani vd., 2012; Coşkun vd., 2019; Astarıcı, 2021; Cankurtaran Kömürcü, 2021).

Türk kültüründe hamur işi yemekler önemli bir yere sahiptir. Türklerin hamur işi yemekleri sevmesi tatlı kültürünü de etkilemiş ve hamur işine dayalı çok çeşitli tatlılar üretilmiştir. Tulumba tatlısı da Türk mutfağının zengin hamur işi tatlılarından biri olup, halkımız tarafından sevilerek tüketilmektedir. Geleneksel olarak üretilen tulumba tatlısı, un, su, yumurta, yağ ve tuz ile hazırlanan hamurun kızartılması sonucu elde edilen ürünün, şerbetin içerisinde bekletilmesi ile

yapılmaktadır. Bu temel bileşenlere ek olarak değişik katkı maddeleri kullanılarak farklı formülasyonlar ile çeşitleri de üretilebilmektedir (Özen, 2006; Bulut, 2013).

Tulumba tatlısında en önemli bileşen un olup, kullanılan unun özellikleri ürünün özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Tatlının üretiminde genellikle buğday unu tercih edilmektedir (Erim Köse, 2014; Tümer, 2017). Türk Gıda Kodeksi'ne göre buğday unu; yabancı maddelerden temizlenmiş ve tavllanmış buğdayların tekniğine uygun olarak öğütülmesiyle elde edilen undur (Anonim, 2013). Kullanılan un, hamurun kolay açılması, yırtılmaması, kurumaması, ürüne parlak renk vermesi, yüksek oranda yağ ve şerbeti emebilme özelliğinin olması, tulumbaya gevreklik kazandırması, uygun şartlarda tulumbanın tazeliğini uzun süre koruyabilmesi açısından oldukça önemli görevlere sahiptir (Erim Köse, 2014).

İlkel buğday çeşitlerine artan ilginin etkisiyle, son yıllarda bu buğdaylardan elde edilen unların kullanıldığı ürünlerin özelliklerinin belirlenmesi üzerine bazı bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Hidalgo ve Brandolini, 2011; Emeksizoglu, 2016; Astarıcı, 2021; Işık vd., 2022). Bu çalışmada da, ilkel buğday çeşitlerinden olan siyez (*Triticum monococcum*), dinkel (*Triticum spelta*) ve kavılca (*Triticum dicoccum*)'dan elde edilen tam buğday unlarının Türkiye'de yaygın ve sevilerek tüketilen tulumba tatlısında kullanım potansiyelinin araştırılması hedeflenmiştir. Dolayısıyla adı geçen ilkel buğday unlarıyla elde edilen tulumba tatlılarının bazı kalite özellikleri belirlenerek, bunların ticari baklavalık buğday unuyla (özel amaçlı buğday unu) elde edilen tulumba tatlısının özellikleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Tulumba tatlısı üretiminde kullanılan ticari baklavalık buğday unu (özel amaçlı buğday unu) (Tellioglu Un), siyez (*Triticum monococcum*) tam buğday unu (Bemtat), dinkel (*Triticum spelta*) tam buğday unu (Bemtat), kavılca (*Triticum dicoccum*) tam buğday unu (Bemtat), yumurta (Mutlubaş), katı yağ (Alba sade yağ), ayçiçek yağı (Orkide), toz şeker (Torku), tuz (Horoz tuz) ve sitrik asit/limon tuzu (Tito) Denizli'deki yerel marketlerden temin edilmiştir.

Tulumba Tatlısı Üretimi

Çalışma kapsamında üretilen tulumba tatlısı hamurlarının formülasyonları Tablo 1’de, kızartılmış tulumba tatlısı örneklerinin içinde bekletildikleri şerbetin formülasyonu da Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Tulumba tatlısı hamurlarının formülasyonları (%)

Table 1. Formulations of tulumba dessert doughs (%)

Malzemeler	Kontrol	ST	DT	KT
Baklavalık buğday unu	29.34	-	-	-
Siyez buğday unu	-	29.34	-	-
Dinkel buğday unu	-	-	29.34	-
Kavlıca buğday unu	-	-	-	29.34
Sitrik asit	0.32	0.32	0.32	0.32
Yumurta	19.01	19.01	19.01	19.01
Katı yağ	0.82	0.82	0.82	0.82
Tuz	0.62	0.62	0.62	0.62
Su	49.89	49.89	49.89	49.89

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavlıca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı

Tulumba tatlısı hamurunun hazırlanması için belirlenen suyun içerisine Tablo 1’de belirtilen oranlarda katı yağ, sitrik asit ve tuz ilave edilerek kaynatılmıştır. Kaynama başladıktan sonra formülasyonda belirtilen orandaki unlar bu karışıma ilave edilmiş ve toplam 7 dakika pişirilmiştir. Hamur sıcaklığı 45-50°C’ye düştükten sonra yumurta ilave edilmiş ve homojen bir hamur elde edilinceye kadar yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan hamur, tulumba kalıbına doldurulmuş ve yaklaşık 3 cm büyüklüğünde parçalar halinde kesilerek 20 dakika ayçiçek yağında kızartılmıştır.

Kullanılacak şerbetin hazırlanması için belirlenen suyun içerisine Tablo 2’de belirtilen oranda şeker ilave edilerek kaynatılmış, şeker tamamen çözüldükten sonra şerbet formülasyonunda verilen oranda sitrik asit ilave edilerek 4 dakika daha kaynatılmış ve oda sıcaklığına kadar soğuması için bekletilmiştir. Üretilen tulumba tatlıları soğutulmuş şerbet içerisinde yaklaşık 2 dakika tutularak üretim tamamlanmıştır.

Tablo 2. Şerbet formülasyonu (%)

Table 2. Formulation of syrup (%)

Malzemeler	(%)
Şeker	66.63
Su	33.31
Sitrik Asit	0.06

Analizler

Üretimi gerçekleştirilen tulumba tatlılarının kimyasal ve fiziksel analizleri şerbetlenmemiş örneklerde, duyu analizleri ise şerbetlenmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal Analizler

Yağ tayini Soxhlet (AOAC metot 954.02), protein tayini Kjeldahl (AOAC metot 988.05), kül (AOAC metot 942.05) ve nem tayini (AOAC metot 934.01) gravimetrik yöntemle göre gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

Mineral madde kompozisyonları ICP-OES (Inductively coupled plasma-optical emission spectrometry, Perkin Elmer, Optima 2100 DV, ABD) ile gerçekleştirilmiştir (Özğören, 2019). Örneklerin K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn ve Zn miktarları mg/kg olarak ifade edilmiştir.

Fiziksel Analizler

Hazırlanan tulumba tatlısı hamurlarından örnekleme yapılarak her birinin ağırlıkları kızartılmadan önce ve kızartıldıktan sonra tartılarak belirlenmiştir. Tartımlar arasındaki değişimden yağ çekme oranı (%) hesaplanmıştır. Spesifik hacimleri ise kolza tohumu ile yer değiştirme prensibinden yararlanılarak hesaplanan hacim değerlerinin (mL) örneklerin ağırlığına (g) bölünmesi ile belirlenmiştir (Kuzumoğlu, 2020).

Tekstür Analizi

Örneklerin tekstür profil analizleri (TPA) Brookfield CT3-4500 tekstür analiz cihazı (Brookfield Engineering Laboratories Inc., ABD) ile belirlenmiştir. Analiz için 4.5 kg yük hücresi ile 4 mm çaplı silindirik prob (TA44) kullanılmıştır. Cihazda tetikleyici kuvvet 5 g olarak ayarlanmıştır. Test öncesi hız 1 mm/s, test hızı 0.5 mm/s ve test sonrası hızı 0.5 mm/s olarak uygulanmıştır. Her ölçüm 5 kez tekrar edilmiştir. Tekstür profil analizi ile üretilen tulumba tatlısı örneklerinin sertlik (g), yapışkanlık, esneklik (mm) ve çignenebilirlik (mJ) değerleri ölçülmüştür (Tümer, 2017).

Renk Analizi

Üretilen tulumba tatlılarının ve onların renk analizleri CIE renk sistemine göre (L^* , a^* , b^*) Hunter Lab Miniscan XE renk ölçüm cihazı (Hunter Associates Laboratory, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca örnekler arasında toplam renk değişiminin belirlenmesi amacıyla ΔE değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta L = L * \text{örnek} - L * \text{kontrol}$$

$$\Delta a = a * \text{örnek} - a * \text{kontrol}$$

$$\Delta b = b * \text{örnek} - b * \text{kontrol}$$

Yamauchi (1989)' nin yaptığı sınıflandırmaya göre toplam renk değişim değerlerinin (ΔE) görsel renk farklılıkları; 0-0.5: iz miktardaki fark; 0.5-1.5: insan gözüyle fark edilmesi zor; 1.5- 3.0: eğitim almış panelistler tarafından saptanabilir; 3.0-6.0: toplumun çoğu tarafından algılanabilir; 6.0-12.0: aynı renk grubundaki büyük farklılık; 12'den fazla: başka bir renk grubu şeklinde tanımlanmıştır.

Duyusal Analiz

Farklı un çeşitleri kullanılarak üretilen tulumba tatlısı örnekleri şerbetten çıkarıldıktan 2 saat sonra, 40 kişinin (28 kadın, 12 erkek) katıldığı duyuşal panelde dış renk, iç renk, tekstür, koku, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni özellikleri açısından 7 puanlık hedonik skala (1: aşırı kötü, 7: mükemmel) kullanılarak değerlendirilmiştir. Örnekler arasında damak tadını nötrlemek amacıyla panelistlere su ve tuzsuz kraker verilmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen analiz sonuçları SPSS 22.0 programı (IBM corp, Armonk, NY, ABD) kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi ile $\alpha=0.05$ güven aralığında karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tulumba tatlısı üretiminde kullanılan farklı buğday unu çeşitlerinin bazı kimyasal özellikleri ve renk değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tulumba tatlısı üretiminde kullanılan siyez, dinkel ve kavılca tam buğday unlarının protein, yağ ve kül içeriklerinin ticari

baklavalık buğday ununa kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki ticari beyaz buğday unu ve ilkel tam buğday unları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlara rastlanmıştır (Kohajdová ve Karovičová, 2008; Zengin, 2015; Curna ve Lacko-Bartsova, 2017; Cankurtaran Kömürcü, 2021; Işık vd., 2022). Üretimde kullanılan buğday çeşitlerine ait unların mineral madde analiz sonuçları incelendiğinde; K, P, Mg, Cu içeriği bakımından dinkel buğdayı ununun, Ca ve Mn bakımından siyez buğdayı ununun, Fe açısından kavılca buğdayı ununun daha zengin olduğu belirlenmiştir. Zn'yi ise dinkel ve kavılca buğdayı unlarının diğerlerinden daha fazla ($p<0.05$) bulundurduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üretimde kullanılan ticari baklavalık buğday ununun ise analiz edilen tüm mineralleri, çalışmada kullanılan diğer unlardan daha az ($p<0.05$) içerdiği gözlenmiştir (Tablo 3). Nitekim çalışmada kullanılan ticari baklavalık buğday unu, kepeği (kabuğu) ayrılmış beyaz un olarak üretilmektedir. İlkel buğday unları ise buğday kepeğini de içeren tam buğday unlarıdır ve buğdayda mineral maddeler en fazla kepekte bulunduğu için (Elgün ve Ertugay, 1995) kullanılan ilkel buğday unlarında analiz edilen mineral madde oranlarının yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Zira hammaddelerin analiz edilen mineral madde içerikleri, literatür verileriyle de (Zengin, 2015; Biel vd., 2021; Işık vd., 2022) desteklenmektedir.

Unların renk değerleri karşılaştırıldığında, en açık renge sahip olan ticari baklavalık buğday unu iken, en koyu rengin kavılca buğdayı ununda olduğu görülmüştür. Diğer taraftan en yüksek a^* ve b^* değerlerinin kavılca buğdayı ununda, en düşük a^* ve b^* değerlerinin ise ticari baklavalık buğday ununda olduğu tespit edilmiştir. Toplam renk değişim değerleri (ΔE) incelendiğinde geleneksel üretimde kullanılan ticari baklavalık buğday ununa kıyasla en belirgin farkın kavılca buğdayı ununda olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). ΔE değerleri 6.0-12.0 arasında olduğu için, Yamauchi (1989)'nin yaptığı görsel farklılığı tanımlayan sınıflandırmaya göre ilkel buğday unları ile ticari baklavalık buğday ununun renk karşılaştırmaları tüm örnekler için "aynı renk grubundaki büyük farklılık" sınırında yer almıştır.

Üretilen tulumba tatlısı örneklerinin temel kimyasal kompozisyonları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Buğday unlarının bazı kimyasal özellikleri ve renk değerleri**Table 3.** Some chemical properties and color values of wheat flours

Parametreler	Ticari baklavalık buğday unu	Siyez buğdayı unu	Dinkel buğdayı unu	Kavılca buğdayı unu
Protein (%) ¹	11.03 ±0.28 ^c	12.58 ±0.11 ^b	13.85 ±0.35 ^a	12.45 ±0.17 ^b
Yağ (%) ¹	0.96 ±0.04 ^c	2.73 ±0.11 ^a	2.43 ±0.06 ^b	2.22 ±0.10 ^b
Kül (%) ¹	0.86 ±0.03 ^b	1.23 ±0.13 ^a	1.52 ±0.04 ^a	1.50 ±0.08 ^a
K (mg/kg) ¹	1428.01 ±47.62 ^d	3984.32 ±55.12 ^c	4905.63 ±72.71 ^a	4240.78 ±28.06 ^b
P (mg/kg) ¹	1326.51 ±51.07 ^d	3608.54 ±77.06 ^c	4968.20 ±55.35 ^a	4466.77 ±43.47 ^b
Ca (mg/kg) ¹	190.86 ±11.82 ^d	473.18 ±12.65 ^a	355.04 ±14.14 ^c	392.93 ±11.75 ^b
Mg (mg/kg) ¹	273.74 ±12.86 ^c	1308.53 ±23.74 ^b	1439.92 ±35.77 ^a	1350.60 ±27.15 ^b
Fe (mg/kg) ¹	15.68 ±0.91 ^c	31.35 ±1.32 ^b	31.00 ±0.74 ^b	44.39 ±0.92 ^a
Cu (mg/kg) ¹	0.54 ±0.02 ^c	1.75 ±0.12 ^b	2.44 ±0.04 ^a	1.82 ±0.03 ^b
Mn (mg/kg) ¹	2.74 ±0.04 ^c	15.04 ±0.45 ^a	12.71 ±0.27 ^b	13.14 ±0.81 ^b
Zn (mg/kg) ¹	2.42 ±0.03 ^c	13.19 ±0.50 ^b	16.06 ±0.86 ^a	16.67 ±0.48 ^a
Hunter Renk Değerleri				
<i>L</i> *	76.35 ±0.15 ^a	70.36 ±0.03 ^b	69.49 ±1.30 ^b	65.97 ±0.06 ^c
<i>a</i> *	3.98 ±0.01 ^d	5.14 ±0.01 ^c	5.31 ±0.01 ^b	5.80 ±0.02 ^a
<i>b</i> *	6.03 ±0.01 ^b	6.14 ±0.01 ^b	6.15 ±0.13 ^b	9.44 ±0.04 ^a
<i>ΔE</i>		6.11 ±0.18 ^b	7.00 ±1.14 ^b	11.08 ±0.08 ^a

¹Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

Aynı satırdaki farklı harfler (a, b, c..) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tablo 4. Tulumba tatlısı örneklerinin temel kimyasal kompozisyonu (%)**Table 4.** Proximate composition of tulumba dessert samples (%)

Örnekler	Nem	Protein ¹	Yağ ¹	Kül ¹
Kontrol	23.13 ±1.44 ^a	13.05 ±0.45 ^c	33.27 ±1.58 ^a	0.83 ±0.05 ^b
ST	24.97 ±1.09 ^a	14.69 ±0.07 ^b	33.37 ±0.50 ^a	1.04 ±0.04 ^b
DT	24.55 ±0.19 ^a	17.12 ±0.35 ^a	31.89 ±1.41 ^a	1.57 ±0.24 ^a
KT	22.86 ±0.96 ^a	14.35 ±0.24 ^b	32.79 ±0.06 ^a	1.52 ±0.03 ^a

¹Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı

Aynı sütündeki farklı harfler (a, b, c..) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tüm örneklerin nem oranlarının istatistiksel olarak benzer (p>0.05) olduğu tespit edilmiştir. DT örneğinin (%17.12) diğer unlardan üretilen tulumba tatlılarından daha fazla (p<0.05) protein oranına sahip olduğu ve bunun ticari baklavalık buğday unundan üretilen kontrol örneğindeki protein miktarından (%13.05) yaklaşık 1.3 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda diğer iki ilkel buğday çeşidi unlarından üretilen tulumba tatlılarının da (ST ve KT) kontrol örneğinden daha fazla (p<0.05) protein oranına sahip olduğu

tespit edilmiştir. Diğer taraftan üretimi gerçekleştirilen tulumba tatlılarının kül içerikleri karşılaştırıldığında, DT ve KT örneklerinin benzer (p>0.05) olduğu ancak iki uygulama örneğinin hem kontrol hem de ST örneklerinden daha yüksek (p<0.05) kül oranına sahip olduğu gözlenmiştir (Tablo 4). Özellikle örneklerin protein ve kül içerikleri arasındaki farklılıkların, hammadde olarak kullanılan buğday unlarının içerikleriyle ilişkili olduğu söylenebilir. Nitekim Tablo 3'deki veriler bu durumu desteklemektedir. Çalışma kapsamında

üretileen tulumba tatlılarının tümünde yağ içeriklerinin benzer ($p>0.05$) olduğu gözlenmiştir. Örneklerin tamamında belirlenen yağ miktarları, hem tulumba tatlısı hamuru hazırlanırken formülasyona ilave edilen yağ, hem de sonrasında uygulanan kızartma işleminin yapıldığı yağ ortamından ürün tarafından absorbe edilen yağ ile ilişkilidir.

Üretilen tulumba tatlısı örneklerinin mineral madde kompozisyonları Tablo 5'te gösterilmiştir. İnsan vücudunun yaklaşık %4-5'i minerallerden oluşmaktadır. Mineral maddeler insan vücudunda büyüme ve gelişmeye katkısı bulunan, vücut su dengesini, asit-baz dengesini ve kasların çalışmasını sağlayan düzenleyici inorganik bileşiklerdir. Yetişkin bir bireyin günlük gereksinimi K için 2000 mg, P için 800 mg, Ca için 1000 mg, Mg için 370 mg, Fe için 9 mg, Cu için 0.9 mg, Mn için 2 mg, Zn için 3 mg olarak belirlenmiştir (Baysal, 2019).

Üretilen tulumba tatlılarının mineral madde kompozisyonları incelendiğinde, ilkel buğday unlarıyla üretilen tulumba tatlılarının K, P, Ca, Mg, Mn ve Zn miktarlarının, kontrol örneğinden anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Bu mineraller açısından bakıldığında, üretimde kullanılan buğday çeşitleri unlarına ait Tablo 3' deki veriler doğrultusunda, unların içeriğinde bulunan mineral madde oranlarının son ürüne de benzer şekilde yansıdığı görülmüştür. Özellikle DT örneğinin diğerlerinden belirgin derecede fazla K ve Cu minerallerine sahip olduğu ve bunları kontrol örneğine kıyasla sırasıyla yaklaşık 2.3 kat ve 2.1 kat fazla içerdiği belirlenmiştir. P, Mg ve Zn minerallerini de DT ve KT örnek-

lerinin anlamlı derecede fazla ($p<0.05$) içerdikleri tespit edilirken, Ca bakımından en zengin örneğin ST, Fe bakımından ise KT olduğu saptanmıştır (Tablo 5).

Fırıncılık ürünlerinde ilkel tam buğday unlarının ticari beyaz buğday unu yerine ikame edildiği bazı çalışmalarda, ürünlerin mineral madde içeriklerinde genellikle kayda değer artışlar olduğu bildirilmiştir. Cankurtaran Kömürcü (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, ticari beyaz buğday unu yerine % 0.0, 25.0, 50.0, 75.0 ve 100.0 oranlarında siyez ve emmer buğdayı unları ikame ederek üretilen gevreklerde, ikame oranı arttıkça ürünlerin Ca, Mg, K, Zn ve Fe oranlarının anlamlı düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Işık vd. (2022)'nin çalışmasında ise %100 siyez buğdayı unuyla üretilen muffin keklerin Ca, K, Mg, P, Mn ve Fe oranlarının ticari buğday unuyla üretilen keklerden önemli derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. Adı geçen çalışmada, siyez buğdayı unu ile üretilen kekin Zn oranı ticari beyaz buğday unu ile üretilen kekten daha yüksek çıkmış olsa da bu sonucun istatistik olarak önemli bir farklılık oluşturmadığı vurgulanmıştır.

Tulumba tatlısı örneklerinin yağ çekme oranları Şekil 1'de gösterilmiştir. Yağ çekme oranı kızartma esnasında yağın, üründen buharlaşan suyun yerini alması ile ilişkilidir. Kızartılmış ürünlerde hem sağlık üzerine olan olumsuz etkisi nedeniyle hem de ekonomik bakımdan yağ çekme oranının yüksek olması istenmeyen bir durum olarak değerlendirilmektedir (Özen vd., 2009). Bu çalışmada üretilen tulumba tatlılarının yağ çekme oranları %66.55 ile %68.23 arasında değişmiş, ancak örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5. Tulumba tatlısı örneklerinin mineral madde kompozisyonu (mg/kg)¹

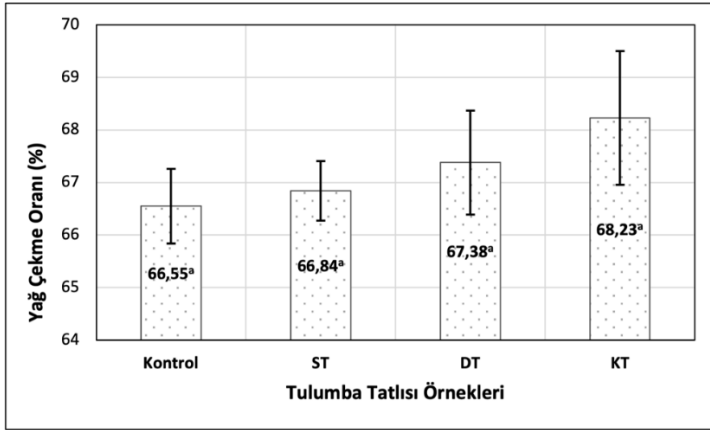
Table 5. Mineral matter composition of tulumba dessert samples (mg/kg)¹

Mineral madde	Kontrol	ST	DT	KT
K	1298.82 ±63.48 ^d	1993.65 ±92.03 ^c	2922.41 ±74.91 ^a	2642.52 ±73.44 ^b
P	1620.73 ±31.19 ^c	2162.32 ±57.57 ^b	3103.88 ±66.48 ^a	3013.23 ±44.97 ^a
Ca	289.29 ±36.9 ^c	563.96 ±54.66 ^a	415.38 ±29.76 ^b	423.19 ±43.49 ^b
Mg	235.11 ±15.50 ^c	598.37 ±32.18 ^b	778.53 ±31.25 ^a	737.97 ±70.55 ^a
Fe	37.44 ±3.28 ^b	28.04 ±3.10 ^b	33.06 ±2.89 ^b	50.70 ±5.85 ^a
Cu	0.64 ±0.04 ^c	0.68 ±0.06 ^{bc}	1.31 ±0.08 ^a	0.98 ±0.20 ^b
Mn	1.45 ±0.14 ^b	5.97 ±0.75 ^a	6.43 ±0.45 ^a	6.87 ±0.44 ^a
Zn	4.30 ±0.24 ^c	7.05 ±0.68 ^b	10.17 ±0.95 ^a	9.83 ±0.42 ^a

¹Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı

Aynı satırdaki farklı harfler (a, b, c..) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$)



Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı

Farklı harfler (^{a, b, c}) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Şekil 1. Tulumba tatlısı örneklerinin yağ çekme oranları (%)

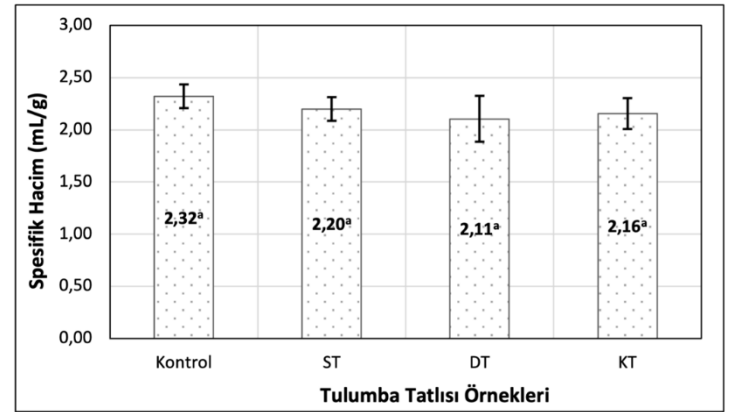
Figure 1. Oil absorption rates of tulumba dessert samples (%)

Tümer (2017) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 20) buğday ve arpa kavurğa unları ikame edilerek üretilen tulumba tatlılarının yağ çekme oranlarının istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir. Kuzumoğlu (2020)'nun çalışmasında ise üzüm çekirdeği, kavun çekirdeği ve nar çekirdeği tozları ikame edilerek üretilen glutensiz tulumba tatlılarının yağ çekme oranları pirinç unu, mısır nişastası ve patates unu ile üretilen kontrol örnekleriyle benzer bulunmuştur. Aynı çalışmada leblebi unu ikame edilen örneğin yağ çekme oranının ise kontrol örneğinden istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük olduğu saptanmıştır.

Üretimi gerçekleştirilen tulumba tatlısı örneklerinin spesifik hacim değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla tam buğday unlarıyla üretilen örneklerin spesifik hacim değerlerinin nispeten daha düşük olduğu ancak örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ($p > 0.05$) tespit edilmiştir.

Literatürdeki çalışmalar (Çelik, 2021; Şahan, 2022) incelendiğinde, unlu mamullerde un yerine kullanılan farklı bitkisel kaynaklardaki yüksek diyet lifi içeriğinin, ürünlerde su tutma kapasitesini arttırdığı, böylece hamurun yoğunluğunun arttığı ve buna bağlı olarak da genellikle ürünlerin spesifik hacim değerlerinde kısmen azalma olduğu görülmektedir (Schmiele vd., 2012). Ayrıca hamur yoğunluğu unlu mamullerde kabarma üzerinde etkili faktörlerden biridir ve yoğunluğun ideal kıvamın üzerine çıkması genelde kabarmayı olumsuz yönde etkilemektedir (Wilderjans vd., 2013). Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde, Tümer (2017)'de lokma üretiminde una ikame edilen kavurğa unu (%0, 5, 10, 20) oranı

arttıkça, Topkaya ve Işık (2019)'da muffin keklerde una ikame edilen nar kabuğu tozu oranı arttıkça (%0, 5, 10, 15), Çelik (2021)'de glutensiz kek üretiminde pirinç ununa ikame edilen karpuz kabuğu tozu oranı (%0, 7, 14, 21, 28) arttıkça, Şahan (2022)'da glutensiz kek üretiminde pirinç ununa ikame edilen bamya tohumu tozu oranı (%15, 30, 45) arttıkça, Çelik vd. (2013)'de kek üretiminde una ikame edilen yerelması tozu (%0, 5, 10) oranı arttıkça spesifik hacim değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte Kuzumoğlu (2020)'nda ise glutensiz tulumba tatlısı üretiminde %15 leblebi tozu, üzüm çekirdeği tozu, nar çekirdeği tozu ve kavun çekirdeği tozu ürünlerin spesifik hacim değerlerinde önemli bir değişime neden olmamıştır.



Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı

Farklı harfler (^{a, b, c}) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Şekil 2. Tulumba tatlısı örneklerinin spesifik hacim değerleri (mL/g)

Figure 2. Specific volume values of tulumba dessert samples (mL/g)

Üretilen tulumba tatlısı örneklerinin bazı tekstürel özellikleri (sertlik, yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik) Tablo 6'da gösterilmiştir. Sertlik, katı gıdaların dişler arasındaki basınca karşı koyması için gerekli olan güç olarak tanımlanmıştır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Üretilen tulumba tatlısı örneklerinin sertlik değerlerinin 730.00 g ile 905.00 g arasında değiştiği ve en yüksek sertlik değerine ST örneğiyle benzerlik ($p > 0.05$) göstermesiyle birlikte kontrol örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. İlkel tam buğday unu kullanılan tulumba tatlılarının sertlik değerlerindeki azalmanın, bu ürünlerde fazla bulunan liflerin nişasta-protein matrisi üzerindeki seyreltme etkileri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum, liflerin homojen bir matrisin oluşumunu bozmaya (Mais ve Brennan, 2008) ve dolayısıyla da tulumba tatlısı yapısında zayıflamaya neden olmuştur. Ticari buğday ununa kavurğa buğday, arpa ve buğday-arpa unları (%0, 5,

10, 20) ikame ederek tulumba ve lokma tatlıları üretilen bir çalışmada (Tümer, 2017), kavurğa çeşidi ve katkılama oranının tulumba tatlılarının sertlik değerini önemli derecede etkilemediği bildirilmiştir. Lokma tatlısı örneklerinde de katkılama oranı sertlik değerini önemli derecede etkilemezken, kavurğa çeşidinin etkisi önemli bulunmuştur. Kuzumoğlu (2020)'nda %15 leblebi unu, üzüm çekirdeği tozu veya kavun çekirdeği tozu ikame edilen glutensiz tulumba tatlılarının sertlik değeri, kontrol örneğiyle benzer iken %15 nar çekirdeği tozu ikame edilen tulumba tatlısının sertlik değeri kontrol örneğinden belirgin düzeyde yüksek tespit edilmiştir.

Yapışkanlık gıdalar ile damak, diş ve dil gibi yüzeyler arasındaki çekim kuvvetine karşı koymak için gerekli olan güç şeklinde ifade edilmektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Esnekliğin ise uygulanan basınç sonrası gıdada meydana gelen geri dönüş ile ilgili yükseklik değerini ifade ettiği belirtilmiştir (Bulut, 2013). Yapışkanlık değerlerinin üretilen tulumba tatlısı örneklerinde 0.64 mm ile 0.74 mm arasında değiştiği, esneklik değerlerinin 1.46 mm ile 1.66 mm arasında değiştiği ancak hem yapışkanlık hem de esneklik değerlerinde örnekler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik, gıdanın yutmaya hazır konuma gelmesi için harcanan enerji olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010). Üretilen tulumba tatlısı örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin 6.61 mJ ile 9.97 mJ arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek çiğnenebilirlik değerine kontrol örneğinin sahip olmasıyla birlikte, örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tümer (2017)'in yaptığı çalışmada kavurğa unlarının katkılama oranları lokmaların yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Çalışmada ayrıca kavurğa unu çeşidinin (buğday unu, arpa unu, buğday unu+arpa unu) lokma tatlılarının tekstürel özellikleri üzerine etkisi de analiz edilmiştir. En yüksek yapışkanlık ve esneklik değeri kavurğa buğday unu katkılı örneklerde belirlenirken, çiğnenebilirlik değerinde kavurğa unu çeşidi örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark yaratmamıştır.

Gıdalarda tüketici kabulünü etkileyen en önemli kalite kriterlerinden biri de renktir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Dış rengin oluşumunda pışme esnasında meydana gelen karamelizasyon ve Maillard reaksiyonlarının etkisinin olduğu bilinmektedir (Majzoobi vd., 2014). Tulumba tatlısı örneklerinin dış renk analiz sonuçları Tablo 7'da gösterilmiştir. En yüksek L^* değerine kontrol örneğinin sahip olduğu ve bu değer KT örneğiyle benzer ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneği ile ST örneğinin diğer örneklerden anlamlı düzeyde ($p<0.05$) yüksek a^* değerlerine sahip olduğu tespit edilirken, en yüksek b^* değerine kontrol örneğinin sahip olduğu saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada (Özen,

2006) farklı tipte (tip 550, tip 650 ve kadayıflık un) unlarla hazırlanan tulumba tatlılarının renk değerleri karşılaştırılmıştır. En yüksek L ve b değerinin tip 550 un ile hazırlanan örneklere ait olduğu belirlenirken, örneklerin a değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir. Tümer (2017)'de buğday ununa ikame edilen kavurğa unu oranlarındaki artış tulumba tatlılarının dış renk L ve b değerlerinde önemli azalmalara neden olurken, a değerinde önemli bir değişim saptanmamıştır. Kuzumoğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada, üzüm çekirdeği tozu ikame edilen glutensiz tulumba tatlısının kontrol örneğinden daha düşük, kavun çekirdeği tozu ikame edilen tulumba tatlısı örneklerinin ise daha yüksek L , a ve b değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

İlkel buğday çeşitleri ile üretilen tulumba tatlısı örneklerinin (ST, DT ve KT) renk değerlerinin kontrol örneğinin renk değerlerine kıyasla farkını gösteren ΔE değerlerinin, Yamauchi (1989)'nin yaptığı görsel farklılığı tanımlayan sınıflandırmaya göre 6.0-12.0 aralığında bulunduğu ve "aynı renk grubundaki büyük farklılık" kategorisinde yer aldığı saptanmıştır.

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine görme, koklama, tatma ve dokunma duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analizleyen ve yorumlayan bir disiplin olarak tanımlanmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Tulumba tatlısı örneklerinin duyusal analiz sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir. Tekstür, koku ve lezzet özellikleri bakımından örnekler karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak benzer ($p>0.05$) puanlar aldıkları belirlenmiştir. İç renk ve dış renk özellikleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve en yüksek puanları kontrol örneğinin aldığı saptanmıştır ($p<0.05$). Çiğnenebilirlik özelliği bakımından kontrol örneğinin KT örneğinden daha yüksek ($p<0.05$), ST ve DT örnekleri ile benzer ($p>0.05$) puan aldığı görülmüştür. Genel beğeni açısından en yüksek puanı kontrol ve ST örneklerinin aldığı, en düşük puanı ise KT örneğinin aldığı belirlenmiştir. Tüm örneklerin genel beğeni puanlarının "orta" sözel ifadesine karşılık gelen 4.0 puanın üzerinde olduğu dikkat çekmektedir.

Cankurtaran Kömürcü (2021)'nün çalışmasında ticari beyaz buğday ununa, farklı oranlarda kavılca ve siyez buğdayı unları ikame edilerek ekmek üretimleri gerçekleştirilmiştir. Buğday ununa %15 oranında siyez buğdayı unu ikame edildiğinde, kontrol örneğine kıyasla örneklerin tat, gözenek yapısı ve genel beğeni puanlarında anlamlı ($p<0.05$) bir azalma meydana gelirken, %15 oranında kavılca unu ikamesiyle, bu karakteristiklere ilave olarak koku puanında da belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Kavılca buğdayı unu ikame edilmiş örnekler panelistlerden daha düşük puanlar almış olmalarına

rağmen, kavılca ve siyez buğdayı unlarının %10 oranına kadar duyuşsal özellikleri çok fazla etkilemeden ekmek üretiminde kullanılabilceğı sonucuna varılmıştır. Işık vd.

(2022)'nin çalışmasında ise %100 siyez buğdayı unu ile üretilen keklerin iç renk, koku, lezzet ve genel beğeni özellikleri %100 ticari buğday unu ile üretilen ürünle istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Tablo 6. Tulumba tatlısı örneklerinin bazı tekstürel özellikleri

Table 6. Some textural properties of tulumba dessert samples

Parametreler	Kontrol	ST	DT	KT
Sertlik (g)	905.00 ±48.08 ^a	822.75 ±35.00 ^{ab}	730.00 ±39.60 ^b	780.50 ±43.84 ^b
Yapışkanlık (mm)	0.74 ±0.08 ^a	0.64 ±0.06 ^a	0.70 ±0.11 ^a	0.66 ±0.11 ^a
Esneklik (mm)	1.53 ±0.18 ^a	1.46 ±0.09 ^a	1.64 ±0.13 ^a	1.66 ±0.10 ^a
Çiğnenebilirlik (mJ)	9.97 ±0.24 ^a	7.08 ±1.46 ^a	6.61 ±1.37 ^a	8.68 ±1.81 ^a

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı
Aynı satırdaki farklı harfler (^{a, b, c, ...}) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tablo 7. Tulumba tatlısı örneklerinin dış renk analiz sonuçları

Table 7. Crust color values of tulumba dessert samples

Örnekler	L*	a*	b*	ΔE
Kontrol	32.63 ±0.25 ^a	13.08 ±0.20 ^a	21.77 ±0.13 ^a	
ST	27.59 ±1.36 ^b	13.02 ±0.76 ^a	17.89 ±0.14 ^b	6.40 ±0.88 ^a
DT	27.92 ±1.19 ^b	11.31 ±0.49 ^b	14.23 ±0.45 ^c	9.10 ±1.36 ^a
KT	29.93 ±1.10 ^{ab}	10.98 ±0.26 ^b	14.78 ±0.57 ^c	7.80 ±0.71 ^a

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı
Aynı sütündeki farklı harfler (^{a, b, c, ...}) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tablo 8. Tulumba tatlısı örneklerinin duyuşsal özellikleri

Table 8. Sensory properties of tulumba dessert samples

Parametreler	Kontrol	ST	DT	KT
Dış Renk	5.63 ±0.95 ^a	4.70 ±0.99 ^b	4.83 ±1.06 ^b	3.83 ±0.87 ^c
İç Renk	5.23 ±1.05 ^a	4.63 ±0.84 ^b	4.53 ±1.01 ^b	4.05 ±0.90 ^c
Tekstür	4.93 ±0.69 ^a	4.78 ±1.00 ^a	4.78 ±1.07 ^a	4.55 ±1.38 ^a
Koku	5.03 ±0.66 ^a	4.93 ±0.80 ^a	4.70 ±0.99 ^a	4.78 ±0.95 ^a
Çiğnenebilirlik	5.05 ±0.75 ^a	5.00 ±1.18 ^{ab}	4.68 ±1.29 ^{ab}	4.50 ±1.04 ^b
Lezzet	4.95 ±0.85 ^a	4.80 ±1.04 ^a	4.68 ±1.07 ^a	4.63 ±1.00 ^a
Genel Beğeni	5.10 ±0.74 ^a	4.83 ±1.06 ^{ab}	4.63 ±1.08 ^{bc}	4.35 ±0.83 ^c

Kontrol: Ticari baklavalık buğday unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, ST: Siyez buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, DT: Dinkel buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı, KT: Kavılca buğdayı unu kullanılarak üretilen tulumba tatlısı
Aynı satırdaki farklı harfler (^{a, b, c, ...}) istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Sonuç

Çalışma sonunda elde edilen veriler irdelendiğinde, ilkel buğday çeşitleriyle üretilen tulumba tatlılarının özellikle protein ve mineral maddeler bakımından ticari baklavalık unla üretilen tulumba tatlılarına göre daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Ürünlerin spesifik hacim ve yağ çekme gibi fiziksel özellikleri ise kontrol örneğiyle benzerlik göstermiştir. Ayrıca ilkel buğday unlarıyla elde edilen ürünler enstrümental renk değerleri bakımından daha koyu renkli olarak nitelendirilebilecek özellikte olmalarının yanı sıra, duyu analizde de panelistlerden daha düşük renk puanları almışlardır. Ancak bu örneklerin gıdalardaki diğer önemli karakteristiklerden olan lezzet, koku ve tekstür özellikleri bakımından kontrol örneğiyle benzer puanlar aldıkları saptanmıştır. Ticari baklavalık buğday unu ile üretilen kontrol örneğinin duyu sal çığnenebilirlik özelliği bakımından ST ve DT ile, genel beğeni özelliği bakımından ise ST ile benzer puanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm bu sonuçlara ilave olarak, son yıllarda tam buğday unlarıyla üretilen ürünlere olan ilginin artması da göz önünde bulundurulduğunda, ilkel buğdaylardan elde edilmiş olan tam buğday unlarıyla üretilen tulumba tatlılarının tüketiciler bakımından tercih edilme potansiyelinin yüksek olacağı söylenebilir.

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.

Finansal destek: -

Teşekkür: Covid-19 salgını nedeniyle aramızdan ayrılan Doç. Dr. İlyas ÇELİK Hocamızı araştırmanın planlanması sürecinde vermiş olduğu desteklerden dolayı rahmetle anıyoruz.

Açıklama: -

Kaynaklar

Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2011). Gıdalarda duyu sal değerlendirme. Sidaş Medya, İzmir. ISBN: 978-9944-5660-8-7

Anonim (2013). Türk gıda kodeksi buğday unu tebliği. Resmi Gazete Sayı: 28606, Tarih: 02/04/2013. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis, (15th ed.). (Metot no: 954.02, 988.05, 942.05, 934.01), Association of Official Analytical Chemists., Washington, DC.

Astarıcı, M. (2021). Iza buğdayı ve ekmeğinin makro bileşenleri ve mikro besin öğeleri. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Ankara.

Baysal, A. (2019). Beslenme. Hatiboğlu yayınevi, Ankara. ISBN: 978-975-7527-73-2

Biel, W., Jaroszewska, A., Stankowski, S., Sobolewska, M., Kępińska-Pacelik, J. (2021). Comparison of yield, chemical composition and farinograph properties of common and ancient wheat grains. *European Food Research and Technology*, 247, 1525-1538.
<https://doi.org/10.1007/s00217-021-03729-7>

Bulut, B. (2013). Glutensiz tulumba tatlısı üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Iğdır.

Cankurtaran Kömürcü, T. (2021). Çimlendirilmiş bazı ilkel buğdayların fonksiyonel özellikleri ile erişte ve ekmeğin üretiminde kullanılabilirliklerinin araştırılması. Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Cankurtaran Kömürcü, T. (2022). Use of ancient wheat (einkorn and emmer) to improve the nutritional and functional properties of gevreks. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(3), 1539-1549.
<https://doi.org/10.21597/jist.1087050>

Celik, I., Isik, F., GURSOY, O., Yilmaz, Y. (2013). Use of Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus*) tubers as a natural source of inulin in cakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 483-488.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00667.x>

Coşkun, İ., Tekin, M., Akar, T. (2019). Türkiye kökenli diploid ve tetraploid kavuzlu buğday hatlarının bazı agromorfolojik özellikler bakımından tanımlanması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 322- 334.
<https://doi.org/10.24180/ijaws.590103>

Curna, V., Lacko-Bartsova, M. (2017). Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccon*

Schrank): a Review. *Journal of Central European Agriculture*, 18(1), 117-134.

<https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.1.1871>

Çelik, C. (2021). Karpuz kabuğu tozunun glutensiz kekte kullanım potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Elgün, A., Ertugay, Z. (1995). Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 718. Erzurum.

Emeksizoglu, B. (2016). Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (*Triticum monococcum* L.) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

Erim Köse, Y. (2014). Tulumba tatlısının derin yağda kızartılma işleminin eşzamanlı ısı ve kütle transfer parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.

Ertay, N., Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.

Gianfrani, C., Maglio, M., Aufiero, V. R., Camarca, A., Vocca, I., Iaquinto, G., Giardullo, N., Pogna, N., Tronccone, R., Auricchio, S., Mazzarella, G. (2012). Immunogenicity of monococcum wheat in celiac patients. *American Journal Clinical Nutrition*, 96, 39-45.

<https://doi.org/10.3945/ajcn.112.040485>

Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C., Piscozzi, R. (2006). Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44, 182-193.

<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.06.002>

Hidalgo, A., Brandolini, A. (2011). Heat damage of water biscuits from einkorn, durum and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 128, 471-478.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.056>

Işık, F., Özgören, E., Sola, Y. (2022). Comparison of quality characteristics of muffins produced with einkorn, whole grain and white wheat flours. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 28(7), 1051-1061.

<https://doi.org/10.5505/pajes.2022.49107>

Kalkan, İ., Özarık, B. (2017). Tam buğday ekmeği ve sağlık üzerine etkisi. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 37-46.

Kohajdová, Z., Karovičová, J. (2008). Nutritional value and baking applications of spelt wheat. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7(3), 5-14.

Kuzumoğlu, Y. (2020). Glutensiz tulumba tatlısı üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Loje, H., Moller, B., Laustsen, A.M., Hansen, A., (2003). Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37, 231-240.

<https://doi.org/10.1006/jcrs.2002.0498>

Mais, A., Brennan, C.S. (2008). Characterisation of flour, starch and fibre obtained from sweet potato (kumara) tubers, and their utilisation in biscuit production. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(2), 373-379.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01652.x>

Majzoobi, M., Ghiasi, F., Habibi, M., Hedayati, S., Farahnaky, A. (2014). Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 1164-1170.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.12076>

Özen, F.B. (2006). Tulumba tatlısının üretim metodu ile farklı un tipi ve katkı kullanımının son ürün kalitesine etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Özen, F. B., Elgün, A., Bilgiçli, N. (2009). Tulumba tatlısının üretiminde kullanılan bazı bileşen ve katkıların son ürün kalitesine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48), 38-46.

Özgören, E. (2019). Balık eti kullanımının makarnanın kalite özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Schmiele, M., Jaekel, L.Z., Patricio, S.M.C., Steel, C.J., Chang, Y.K. (2012). Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial

additions of wheat bran or whole grain wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 2141-2150.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03081.x>

Stallknecht, G. F., Gilbertson, K. M., Ranney J. E. (1996). Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut and triticale, Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA, 156-170. ISBN: 09-615-02738

Şahan, A. (2022). Glutensiz kek üretiminde bamyaya tohumu unu kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Topkaya, C., Isik, F. (2019). Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(6), e13868

<https://doi.org/10.1111/jfpp.13868>

Tümer, G. (2017). Lokma ve tulumba tatlısı üretiminde kavurma unu kullanım imkanlarının araştırılması ve bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K., Delcour, A. (2013). Ingredient functionality in batter type cake making. *Trends in Food Science & Technology*, 30(1), 6-15.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.01.001>

Yamauchi, J. (1989). Handbook of color science, Tokyo: Japanese Academy of Color Science, Tokyo.

Zengin, G. (2015). Bazı İlkel Buğdaylarda Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Dietary fibers of fenugreek seeds: Storage stability and food application

İzzet TÜRKER, Hilal İŞLEROĞLU

Cite this article as:

Türker, İ., İşleroğlu, H. (2023). Dietary fibers of fenugreek seeds: Storage stability and food application. *Food and Health*, 9(2), 160-169. <https://doi.org/10.3153/FH23015>

Tokat Gaziosmanpaşa University,
Faculty of Engineering and Architecture,
Food Engineering Dept., 60150, Tokat,
Türkiye

ORCID IDs of the authors:

İ.T. 0000-0003-0107-1962
H.İ. 0000-0002-4338-9242

Submitted: 05.12.2022

Revision requested: 21.02.2023

Last revision received: 27.02.2023

Accepted: 02.03.2023

Published online: 31.03.2023

Correspondence:

Hilal İŞLEROĞLU

E-mail: hilal.isleroglu@gop.edu.tr



© 2023 The Author(s)

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

ABSTRACT

This study aimed to determine the storage stability of soluble and insoluble dietary fibers of fenugreek seeds, and their use in yoghurt. Dietary fibers were stored at 25°C - 40% RH for 180 days and 38°C - 90% RH for 90 days, and the changes in their physico-chemical and functional properties were determined, namely water retention, oil holding, and swelling capacities, glucose adsorption index and α -amylase inhibition. All of the physico-chemical and functional properties' values of soluble and insoluble dietary fibers decreased during storage. The reduction of the values was more rapid at 38°C of storage than at 25°C. Insoluble dietary fiber was more stable than soluble dietary fiber in terms of physico-chemical and functional properties during storage. Dietary fiber-fortified yoghurt samples had a higher viscosity than control samples, and the syneresis of yoghurt reduced by 18% when 3% of insoluble dietary fibers were used. The viscosity of the insoluble dietary fiber-added yoghurt samples was higher than that of soluble dietary fiber-added counterparts, which can be related to the higher water retention capacity of insoluble dietary fiber of fenugreek seeds.

Keywords: Dietary fiber, Storage stability, Fenugreek seeds, Yoghurt, Glucose adsorption index

Introduction

Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) is an old medicinal plant cultivated throughout the world. It has been used as food flavoring agent and traditional medicine for thousands of years (Sarwar et al., 2020). Fenugreek seeds contain soluble and insoluble dietary fiber (DF), protein, and fat as main constituents. Also, volatile oils, sapogenin, trigonelline, thiamine, and folic acid are other constituents present in fenugreek seeds (Srinivasan, 2006; Sarwar et al., 2020). Fenugreek seeds may contain DF over 50%, and defatted fenugreek seeds may contain DF up to 80% (Sarwar et al., 2020; Türker et al., 2022). The antidiabetic and hypocholesterolemic effects of fenugreek have been mainly attributable to the DF found in fenugreek seeds, and these properties and high DF content of the fenugreek seeds increase the nutraceutical value of fenugreek plant (Wani and Kumar, 2018). Even though having a great source of DF, fenugreek seeds' DFs have not been used as food additives frequently.

Physico-chemical and functional properties of DFs are important to demonstrate their positive health effects and their usage areas in the food industry. DFs can adsorb glucose, and this property of DFs can lead to delaying or reducing glucose adsorption in the gastrointestinal tract. Hence, DF consumption can reduce blood sugar (Chu et al., 2019). DFs also have α -amylase inhibition capacity, which can lower postprandial serum glucose, and this property is helpful for the treatment of Type-2 diabetes (Ding et al., 2020). Water retention capacity, oil holding capacity, and swelling capacity are important characteristics in determining the applicability of DFs in the food industry because they provide useful information about optimal usage levels to achieve the desired texture (Requena et al., 2016). The usage of the DFs having desirable physico-chemical and functional properties can be helpful for producing novel functional foods having positive health effects. Recently, DF has been used as a functional ingredient to improve yoghurt properties and produce functional foods having a variety of health benefits (Wang et al., 2019; Dong et al., 2022).

In literature, some studies have been found for the DF fortified yogurts. DFs extracted from seeds, vegetables, and fruits have been used for the production of DF-added yoghurts (Staffolo et al., 2004; Hashim et al., 2009; Tomic et al., 2017). In general, DFs can help yoghurts to have better textural properties. Hashim et al. (2009) reported that adding date fiber into yoghurt significantly affected yoghurt texture and color. Moreover, besides nutritional enhancement, enriched yoghurts with different functional components have been drawing the attention of consumers, and this feature generates a great market demand. For this reason, fenugreek DF can be

used as a functional ingredient for DF-fortified yoghurt as a cheap and abundant source. Beyond fenugreek seed DFs' physico-chemical and functional properties, the storage conditions' effect on the physico-chemical and functional properties of fenugreek seed DFs should be investigated. The determination of DF storage stability in terms of their physico-chemical and functional properties can be important for the future of food processing.

The aim of this study is to determine the changes in physico-chemical and functional properties of soluble and insoluble fenugreek seeds' DFs under different storage conditions (25°C, 40% RH, and 38°C, 90% RH). Moreover, the use of isolated soluble and insoluble DFs in yoghurt production was investigated, and some quality characteristics of the produced yoghurt were determined.

Materials and Methods

Material

Fenugreek seeds' insoluble and soluble DFs (IDF and SDF) were used for the determination of storage stability and yoghurt fortification. DFs were produced using ultrasonic-assisted alkali extraction (1 M of NaOH as a solvent, solid-solvent ratio of 53 g/L, ultrasonic amplitude of 58%, and extraction time of 25 min). The method originated from the method of Türker et al. (2022), and the alkali extraction step was modified using ultrasonic-assisted extraction. After applying the extraction conditions, the samples were centrifuged, the pellet was used for the IDF determination, and the supernatant was used for the SDF determination. Following to the production of DFs, the physico-chemical and functional properties of DFs were determined (initial values) and were shown in Table 1. The raw milk for the yoghurt production was obtained from a local market.

Chemicals

Dinitro salicylic acid (3-5 dinitro salicylic acid, DNS, CAS No: 609-99-4) was obtained from CDH Chemicals (India), and glucose monohydrate (CAS No: 14431-43-7) was purchased from Merck KGaA (Germany). Sodium hydroxide (NaOH, CAS No: 1310-73-2) and α -amylase (*Aspergillus Oryzae*, ~1.5 U/mL, EC No: 232-588-1) were purchased from Sigma-Aldrich (Germany).

Storage Stability of Dietary Fibers

The DFs were stored at two different conditions. The samples were stored at 25°C, 40% RH for 180 days (ambient condi-

tions) and at 38°C, 90% RH for 90 days (accelerated conditions). Three grams of DF sample was hermetically sealed in aluminum-laminated polyethylene (10 µm polyethylene terephthalate + 6 µm aluminum + 40 µm low-density polyethylene) pouches. All physical and functional properties of the DFs were analyzed every 30 days for 180 days of storage (25°C) and every 15 days for 90 days of storage (38°C). All storage trials and analysis results were duplicated.

Physico-Chemical and Functional Properties of Dietary Fibers

Water retention capacity

250 mg of the IDF or SDF were mixed with 15 mL of distilled water in 50 mL of the centrifuge tube, the samples were left at room temperature for 1 hour, and centrifugation was applied for 20 min at 3000 g. After discarding the supernatants, the precipitates were weighed, and the samples' water retention capacity (WRC) was calculated as a gram of water per gram of dry sample (Sun et al., 2018).

Oil adsorption capacity

Similar steps were applied, and similar amounts were used for the WRC to determine the samples' oil adsorption capacity (OAC), only virgin olive oil (Extra Virgin Olive Oil, Kırilangıç, Turkey) was used instead of distilled water. The OAC was defined as a gram of virgin olive oil per gram of dry sample (Sun et al., 2018).

Swelling capacity

The swelling capacity (SC) of the DFs was determined using the method of Ma and Mu (2016), and SC was calculated using Equation (1).

$$SC \text{ (mL/g)} = (v_1 - v_0) / w_0 \quad (1)$$

Here, v_1 is the volume of the hydrated DF, v_0 is the volume of DF prior to hydration, and w_0 is the weight of DF prior to hydration.

Glucose adsorption capacity

The samples' glucose adsorption capacity (GAC) was determined using Chu et al.'s (2019) method. The glucose contents of the supernatants were determined using the DNS method (Miller, 1959). The GAC was calculated using Equation (2).

$$GAC \text{ (mmol/g)} = (G_1 - G_2) / W \times V \quad (2)$$

where G_1 is the glucose concentration before adsorption (mmol/g), G_2 is the glucose concentration after adsorption (mmol/g), W is the weight (g) of the samples, and V is the supernatant volume in mL.

α-amylase inhibition capacity

Ding et al.'s (2020) method was used to determine the α-amylase inhibition capacity (AAIC) of the DFs. AAIC of the samples was determined according to Equation (3).

$$AAIC \text{ (%) } = (A_2 - A_1) / A_2 \times 100 \quad (3)$$

A_1 is the absorbance of the supernatant containing DF, and A_2 is the absorbance of the supernatant without DF.

Production of Fortified Yoghurt and Determination of Some Quality Characteristics

The raw milk was pasteurized at 95°C for 10 minutes, and DF was added to the milk and mixed for 2 minutes when the milk temperature cooled down to 65°C. IDF, SDF and the equal portion of IDF+SDF were added as 1, 2 and 3% (w/w). When the temperature got to 40°C, the lyophilized bacterial cell culture containing *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Bifidobacterium lactis* were added to the samples and the mixtures were incubated at 38°C for 12 hours. 38°C was chosen as the incubation temperature to obtain yoghurt having low syneresis, and incubation was terminated after 12 hours when the pH value of the yoghurt was measured as 4.6. Dry matter, protein, fat and ash contents, pH, titratable acidity, viscosity, syneresis, color, and water holding capacity of the fortified and plain yoghurts (control) were determined after 24 hours of production. All analysis were duplicated.

Dry matter, protein, ash, and fat contents

The dry matter, protein, ash, and fat contents were measured by standard AOAC (2000) methods.

Color measurement

CIE $L^*a^*b^*$ color space was used for the color determination of the yoghurt samples, and a Minolta CR-300 colorimeter (Japan) was used for the measurements (Šeregelj et al., 2021).

Titratable acidity and pH

The pH of the samples was evaluated using a WTW Inolab pH 7110 (Germany) pH meter. For the titratable acidity of the samples, two times diluted (by distilled water) yoghurts were titrated with 0.1 M NaOH to pH 8.1. The titratable acidity of the samples was calculated according to Equation 4, where M is the molarity of the NaOH, V is the volume of the NaOH used for the titration, and W is the sample mass (g). 0.9 is the scaling parameter for lactic acid (Dong et al., 2022).

$$\text{Titratable Acidity (\%)} = M \times V \times 0.9 / W \quad (4)$$

Syneresis, viscosity, and water-holding capacity measurements

The whey amount that drained off was used for the syneresis calculation. 25 g yoghurt samples were poured into 50 mL centrifuge tubes, and the tubes were centrifuged at 500 x g for 10 minutes at 4°C. The supernatant phase (whey) was weighed, and the syneresis of the samples was calculated using Equation 5 (Robitaille et al., 2009). The apparent viscosity of the samples was determined with a single-cylinder type rotating viscometer (Viscotester VT-04E, Japan). The cup having 52.6 mm diameter and 75 mm length, was filled with 170 mL of sample, and the rotor (dta. 45x47x160 mm) of the viscometer was inserted. The force acting on the rotor (torque) that rotating at a constant speed (62.5 rpm) was measured, and the apparent viscosity was determined in Deci pascal-seconds (dPa.s, converted to cp). The scale of the device was calibrated according to the JIS Z 8809 viscosity calibration standard. The water-holding capacity of the yoghurts was determined according to the method of Demirci et al. (2017).

$$\text{Syneresis (\%)} = \frac{\text{Whey Drained (g)}}{\text{Yoghurt (g)}} \times 100 \quad (5)$$

Statistical Analysis

Univariate analysis (Duncan post hoc, 95% confidence interval) was carried out using the SPSS 21.0 (IBM, USA) package program.

Results and Discussion**Storage Stability of Dietary Fibers**

In the storage stability study, DFs of fenugreek seeds were stored at two different conditions (25°C, 40% RH, and 38°C, 90% RH). The physico-chemical and functional properties were screened for 90 and 180 days. For all physico-chemical

and functional properties, IDF had higher initial values than SDF ($p < 0.05$) (Table 1). The results of the storage stability study of DFs showed that different storage conditions affected the physico-chemical and functional properties. All properties' values were reduced by increasing storage time (Figure 1 and Figure 2).

As seen in Figure 1 and Figure 2, a faster decrease of all the physico-chemical and functional properties of IDF and SDF was observed for 38°C storage when compared with 25°C. This phenomenon can be explained by the effect of higher temperatures that affected the structure of the DFs during long storage times. Ozyurt and Ötles (2016) reported that DF composition might undergo some changes when different temperatures were applied as processing conditions, and nutritive value, physico-chemical and functional properties of DF might be affected. The reduction of the values calculated as percentages here is based on their initial values (Figure 1 and Figure 2 showed the actual values of the analysis results). For SDF, at 38°C/90% RH and 90 days, water retention capacity (WRC), oil adsorption capacity (OAC), swelling capacity (SC), glucose adsorption capacity (GAC), and α -amylase inhibition capacity (AAIC) values decreased by ~59%, 53%, 60%, 60%, and 55%, respectively; whereas at 25°C/40% RH and 180 days, these values decreased by ~64%, 61%, 55%, 50% and 61%, respectively. For IDF, at 38°C/90% RH and 90 days, WRC, OAC, SC, GAC, and AAIC values reduced by ~47%, 58%, 47%, 49%, and 55%, respectively; whereas 25°C/40% RH and 180 days, these values reduced by ~58%, 54%, 50%, 55% and 69%, respectively. Generally, IDF's physico-chemical and functional properties showed better stability than SDF at both storage conditions. This phenomenon could be related to the bioactivity of the polysaccharides present in the IDF and SDF (Dong et al., 2019).

Table 1. Physico-chemical and functional properties of dietary fibers

Property	Insoluble dietary fiber	Soluble dietary fiber
Water retention capacity (g/g)	10.38 (± 0.31) ^a	4.93 (± 0.13) ^b
Oil adsorption capacity (g/g)	4.84 (± 0.05) ^a	2.69 (± 0.10) ^b
Swelling capacity (mL/g)	12.35 (± 0.19) ^a	6.21 (± 0.12) ^b
Glucose adsorption capacity (mmol/g)	15.74 (± 0.14) ^a	7.75 (± 0.18) ^b
α -amylase inhibition capacity (%)	20.30 (± 0.48) ^a	10.64 (± 0.39) ^b

^{a-b}Means with uncommon superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

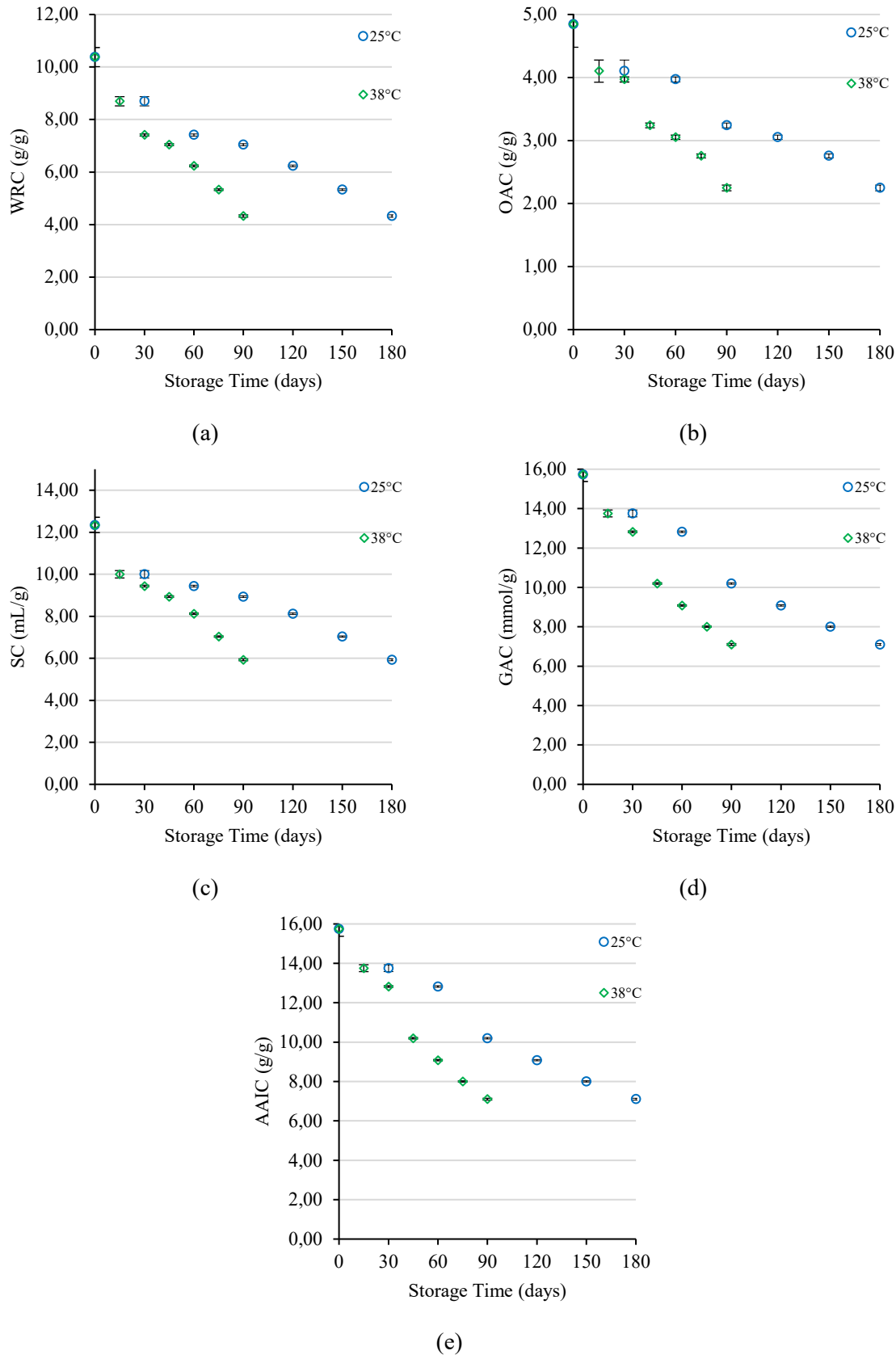


Figure 1. Changes in physico-chemical and functional properties of IDF (a) WRC, (b) OAC, (c) SC, (d) GAC, (e) AAIC

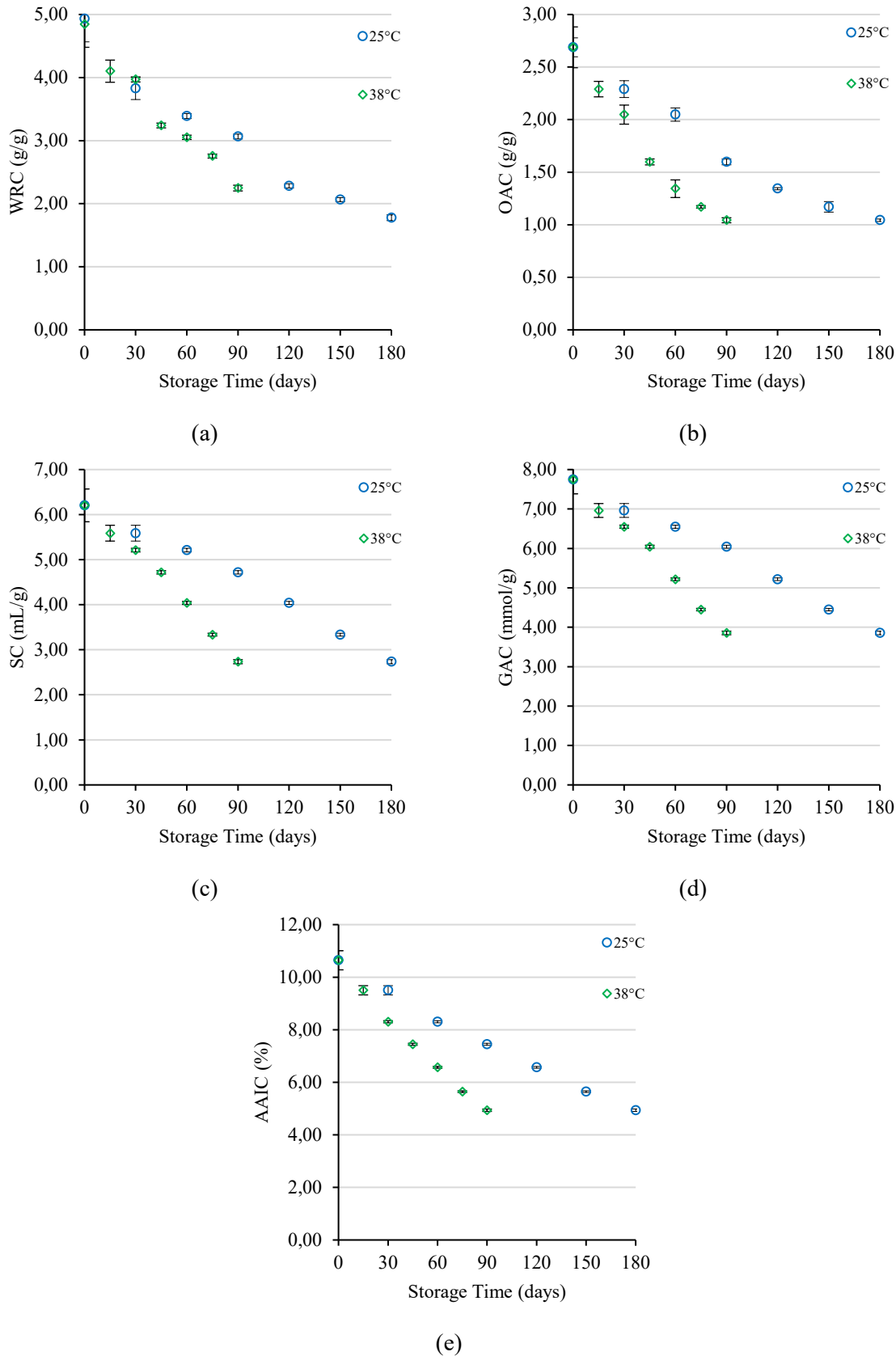


Figure 2. Changes in physico-chemical and functional properties of SDF (a) WRC, (b) OAC, (c) SC, (d) GAC, (e) AAIC

Production of Fortified Yoghurt and Determination of Quality characteristics

The DFs were used for the fortification of yoghurt. Some properties such as pH, titratable acidity, color, protein, dry matter, fat, ash, viscosity, syneresis percentage, and water holding capacity of the IDF and SDF (also the mixture of IDF and SDF) added yoghurt samples were determined, and compared in terms of these properties with additive-free yoghurt (control sample).

pH values of the different samples varied between 4.45 and 4.70. The highest pH was observed when 3% SDF was used, and the sample having the lowest pH value was 3% IDF+SDF. Even though minor pH variations have been found for the different samples, these variations are statistically significant ($p < 0.05$) (Table 2). The pH value of the samples was not directly related to the DF type and concentration (Table 2). The pH values proved that the conversion of lactose to lactic acid occurred for all different samples. Mohamed et al. (2014) presented similar results in their study in which they

fortified yoghurt with grape pomace. For the titratable acidity, the values of the different samples ranged between 0.97 to 1.15%. The titratable acidity values of the DF-treated samples were significantly higher than that of the control sample ($p < 0.05$) (Table 2). There was no correlation between the titratable acidity values and the DF type and/or concentration. Hashim et al. (2009) reported similar findings for the yoghurt produced with date fiber and oat bran. Dong et al. (2022) revealed that there was no statistical difference between the titratable acidity values of the control sample (0.86%) and the SDF extracted by ultrasonic-assisted extraction from the carrot. In our study, the control sample had the lowest titratable acidity value (0.97%), and the DF-treated samples' titratable acidity values were significantly higher ($p < 0.05$) (Table 2). Issar et al. (2017) used apple pomace to prepare fiber-enriched yoghurt. They reported that the titratable acidity values decreased when higher apple pomace concentrations were used (0-10%). Researchers explained this phenomenon by dilution effect, and the different results compared to our study can be related to higher concentrations of DFs (Issar et al., 2017).

Table 2. Properties of the fortified yoghurt samples

Analysis	Control	IDF			SDF			IDF+SDF		
		1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
pH	4.63 (±0.05) ^b	4.55 (±0.00) ^c	4.51 (±0.00) ^{dc}	4.49 (±0.01) ^e	4.53 (±0.00) ^{cd}	4.51 (±0.01) ^{de}	4.70 (±0.01) ^a	4.53 (±0.00) ^{cd}	4.50 (±0.00) ^{dc}	4.45 (±0.01) ^f
Titratable acidity (%)	0.97 (±0.01) ^c	1.09 (±0.01) ^{cd}	1.11 (±0.00) ^{bc}	1.14 (±0.00) ^{ab}	1.08 (±0.02) ^d	1.09 (±0.01) ^{cd}	1.15 (±0.02) ^a	1.08 (±0.01) ^d	1.11 (±0.02) ^{bcd}	1.14 (±0.03) ^{ab}
L*	87.02 (±1.76) ^a	80.48 (±0.81) ^{cd}	78.12 (±1.23) ^e	74.91 (±2.48) ^f	86.74 (±0.87) ^a	84.17 (±0.57) ^b	83.21 (±0.52) ^b	83.51 (±0.53) ^b	81.02 (±0.97) ^c	78.86 (±0.22) ^{dc}
a*	-3.07 (±0.18) ^d	-3.57 (±0.20) ^g	-4.18 (±0.09) ⁱ	-4.25 (±0.02) ⁱ	1.99 (±0.04) ^c	2.85 (±0.07) ^b	3.13 (±0.11) ^a	-3.36 (±0.03) ^f	-3.35 (±0.07) ^e	-3.77 (±0.18) ^h
b*	8.89 (±0.10) ^a	-1.24 (±0.08) ^f	-1.66 (±0.10) ^g	-1.73 (±0.10) ^g	7.31 (±0.23) ^b	6.76 (±0.10) ^c	6.05 (±0.07) ^d	-0.90 (±0.05) ^e	-1.27 (±0.06) ^f	-1.57 (±0.07) ^g
Protein (%)	3.82 (±0.20) ^c	3.98 (±0.03) ^{cdc}	4.01 (±0.05) ^{cd}	4.19 (±0.04) ^{ab}	3.85 (±0.02) ^{dc}	4.03 (±0.07) ^{bcd}	4.31 (±0.00) ^a	4.00 (±0.06) ^{cd}	4.15 (±0.03) ^{abc}	4.21 (±0.04) ^a
Dry Matter (%)	12.77 (±0.06) ^c	13.58 (±0.21) ^d	14.45 (±0.13) ^{bc}	15.73 (±0.37) ^a	13.96 (±0.14) ^{cd}	14.55 (±0.21) ^b	15.61 (±0.45) ^a	13.89 (±0.09) ^{cd}	14.79 (±0.38) ^b	15.96 (±0.14) ^a
Fat (%)	1.80 (±0.05) ^a	1.73 (±0.03) ^b	1.63 (±0.03) ^{cd}	1.47 (±0.03) ^f	1.68 (±0.03) ^{bc}	1.53 (±0.03) ^c	1.47 (±0.03) ^f	1.68 (±0.06) ^{bc}	1.62 (±0.03) ^d	1.47 (±0.03) ^f
Ash (%)	0.80 (±0.01) ^f	1.08 (±0.08) ^d	1.28 (±0.00) ^b	1.44 (±1.44) ^a	0.97 (±0.05) ^e	1.08 (±0.02) ^d	1.17 (±0.01) ^c	1.04 (±0.02) ^{de}	1.11 (±0.00) ^{cd}	1.34 (±0.00) ^b
Viscosity (cp)	840.00 (±26.46) ^f	1076.67 (±23.09) ^d	1193.33 (±15.28) ^b	1273.33 (±25.17) ^a	996.67 (±20.82) ^e	1123.33 (±25.17) ^c	1213.33 (±32.15) ^b	1043.33 (±20.82) ^d	1206.67 (±20.82) ^b	1313.33 (±32.15) ^a
Syneresis (%)	32.47 (±0.66) ^a	20.98 (±0.06) ^c	19.25 (±0.14) ^d	14.29 (±0.12) ^f	22.02 (±0.05) ^b	19.36 (±0.12) ^d	15.26 (±0.10) ^c	20.61 (±0.14) ^c	19.43 (±0.20) ^d	14.68 (±0.10) ^f
Water holding capacity (%)	17.29 (±1.18) ^c	27.03 (±0.61) ^{cd}	33.89 (±2.95) ^b	38.90 (±1.86) ^a	24.87 (±0.67) ^d	29.11 (±0.98) ^c	33.18 (±0.19) ^b	27.95 (±0.95) ^{cd}	34.46 (±1.06) ^b	38.40 (±0.79) ^a

IDF: Insoluble Dietary Fiber, SDF: Soluble Dietary Fiber

^{a-h}Means with uncommon superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

Color properties of the yoghurt samples fortified with different concentrations of DFs were determined. Results showed that the brightest sample was the control, and the darkest sample was the yoghurt enriched with 3% fenugreek seed IDF. It was also determined that the L^* values decreased when the IDF or SDF concentration was increased ($p < 0.05$, Table 2). Hashim et al. (2009) reported similar findings for the yoghurt fortified with date fiber. When a^* values were examined, it was observed that the increment in IDF percentage decreased the a^* values of the samples ($p < 0.05$, Table 2). On the other hand, a^* values increased when the SDF percentage was increased ($p < 0.05$). b^* values of the samples also showed a difference, and the yellowness of the control sample decreased by adding DFs. The decline in IDF samples was the most significant, and both DFs reduced the yellowness of the yoghurt at increasing concentrations ($p < 0.05$, Table 2). In general, researchers reported that the color of DF-fortified yoghurt samples is mainly dependent on the color of the fiber source (Staffolo et al., 2004; Sanz et al., 2008; Tomic et al., 2017).

Protein, dry matter, and ash contents of the control yoghurt samples, and the samples fortified with DFs were determined, and all values of the fortified samples were higher than that of the control ($p < 0.05$, Table 2). On the other hand, the highest fat content was observed for the control sample, and this phenomenon can be explained by the dilution effect of the DFs on yoghurt ($p < 0.05$, Table 2). The Food and Drug Administration standards define low-fat yoghurt as having $< 0.20\%$ fat before adding other ingredients (Chandan et al., 2006). Hence, our yoghurt products (both DFs added) can be considered low-fat yoghurt, and quite similar results were reported by Issar et al. (2017).

The viscosity, syneresis, and water-holding capacity of the samples are given in Table 2. When compared with the control, the viscosity, and water-holding capacity of the samples having DFs increased at increasing percentages of DFs, and the syneresis of the samples decreased ($p < 0.05$, Table 2). Syneresis of the control sample reduced by 18.18% when 3% IDF was used. Yildiz and Ozcan (2019) reported similar observations for the vegetable DF-added yoghurts, and they revealed that the highest syneresis observations were done for the samples having the lowest viscosity. The protection mechanism of DFs from syneresis can be explained by their binding water capacity to trap whey casein gel (Wang et al., 2019). Moreover, DFs also can prevent the aggregation of casein due to the electrostatic interaction between casein and pectin, and the gel network of the yoghurt can be stabilized (Dong et al., 2022). DFs obtained from food matrices have ability to affect the stability of the foods that they are added to due to their water binding capacities. When DFs added to yoghurt, the interactions within the protein can be enhanced,

and the viscosity of yoghurt increases (Staffolo et al., 2004; Yildiz and Ozcan, 2019). IDF-added yoghurt samples showed higher viscosity, water-holding capacity, and lower syneresis than SDF-added yoghurt samples. This phenomenon can be related to the physico-chemical properties of DFs, and individual IDF samples showed higher water retention capacity than that of SDF samples (Table 2). Dong et al. (2019) studied the structural properties of the IDF and SDF from foxtail millet (*Setaria italica*) bran, and they reported that IDF had a higher water retention capacity than the SDF. Ding et al. (2020) also reported higher water retention capacity values for IDF from *Nannochloropsis oceanica* compared to its SDF.

Conclusion

In this study, DFs obtained from fenugreek seeds were stored at two different conditions, and some quality properties of fortified yoghurt were investigated. The changes in the physico-chemical and functional properties were determined for 90 and 180 days of storage times. Moreover, yoghurt was fortified with isolated DFs, and some quality characteristics of DF-fortified yoghurt were determined. Results showed that the physico-chemical and functional properties of DFs were changed under different storage conditions, and these data can be useful for the production and storage planning of DFs from fenugreek. Fortified yoghurts showed better gel formation when viscosity, syneresis, and water-holding capacity values were examined. A new and cheap source was introduced, and the daily intake of DFs can be increased by usage of them in a frequently consumed product such as yoghurt. Its advantages, such as having good physico-chemical and functional properties and being natural, inexpensive, and long-lasting stability and abundance, make fenugreek DFs appropriate alternative for the commercial use. The results obtained for the yoghurt having DFs can be useful for commercial applications which produce enriched or fortified functional foods.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interests: The authors declare that for this article, they have no actual, potential, or perceived conflict of interest.

Ethics committee approval: The Authors declare that this study does not include any experiments with human or animal subjects.

Funding disclosure: This study was financially supported by Tokat Gaziosmanpasa University Scientific Research Projects Committee (Project No: 2020/125).

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

- AOAC (2000).** Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. AOAC Intl. 17th ed. Methods 925.23 (Solids (Total) in Milk), 945.46 (Ash of milk), 991.20 (Nitrogen (Total) in Milk) and 2000.18 (Fat content of raw and pasteurized whole milk). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Chandan, R.C., White, C.H., Kilara, A., Hui, Y.H. (2006).** Manufacturing Yoghurt and Fermented Milks (R.C. Chandan and A. Kilara, eds.) pp. 311-325, Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Chu, J., Zhao, H., Lu, Z., Lu, F., Bie, X., Zhang, C. (2019).** Improved physicochemical and functional properties of dietary fiber from millet bran fermented by *Bacillus natto*. *Food Chemistry*, 294, 79-86.
<https://10.1016/j.foodchem.2019.05.035>
- Demirci, T., Aktaş, K., Sözeri, D., Öztürk, H.İ., Akın, N. (2017).** Rice bran improve probiotic viability in yoghurt and provide added antioxidative benefits. *Journal of Functional Foods*, 36, 396-403.
<https://10.1016/j.jff.2017.07.019>
- Ding, Q., Li, Z., Wu, W., Su, Y., Sun, N., Luo, L., ..., He, R. (2020).** Physicochemical and functional properties of dietary fiber from *Nannochloropsis oceanica*: A comparison of alkaline and ultrasonic-assisted alkaline extractions. *LWT - Food Science and Technology*, 133, 110080.
<https://10.1016/j.lwt.2020.110080>
- Dong, J.L., Wang, L., Lü, J., Zhu, Y.Y., Shen, R.L. (2019).** Structural, antioxidant and adsorption properties of dietary fiber from foxtail millet (*Setaria italica*) bran. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(8), 3886-3894.
<https://10.1002/jsfa.9611>
- Dong, R., Liao, W., Xie, J., Chen, Y., Peng, G., Xie, J., ..., Yu, Q. (2022).** Enrichment of yogurt with carrot soluble dietary fiber prepared by three physical modified treatments: Microstructure, rheology and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102901.
<https://10.1016/j.ifset.2021.102901>
- Hashim, I.B., Khalil, A.H., Afifi, H.S. (2009).** Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5403-5407.
<https://10.3168/jds.2009-2234>
- IBM Corp. Released (2012).** IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Issar, K., Sharma, P.C., Gupta, A. (2017).** Utilization of apple pomace in the preparation of fiber-enriched acidophilus yoghurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e13098.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13098>
- Ma, M.M., Mu, T.H. (2016).** Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. *Food Chemistry*, 194, 237-246.
<https://10.1016/j.foodchem.2015.07.095>
- Miller, G.L. (1959).** Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
<https://10.1021/ac60147a030>
- Mohamed, A.G., Zayan, A.F., Shahein, N. (2014).** Physicochemical and sensory evaluation of yoghurt fortified with dietary fiber and phenolic compounds. *Life Science Journal*, 11(9), 816-822.
- Ozyurt, V.H., & Ötles, S. (2016).** Effect of food processing on the physicochemical properties of dietary fibre. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(3), 233-245.
<https://10.17306/J.AFS.2016.3.23>
- Requena, M.C., González, C.N.A., Barragán, L.A.P., Correia, T., Esquivel, J.C.C., Herrera, R.R. (2016).** Functional and physico-chemical properties of six desert-sources of dietary fiber. *Food Bioscience*, 16, 26-31.
<https://10.1016/j.fbio.2016.08.001>
- Robitaille, G., Tremblay, A., Moineau, S., St-Gelais, D., Vadeboncoeur, C., Britten, M. (2009).** Fat-free yogurt made using a galactose-positive exopolysaccharide-producing recombinant strain of *Streptococcus thermophilus*. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 477-482.
<https://10.3168/jds.2008-1312>
- Sarwar, S., Hanif, M.A., Ayub, M.A., Boakye, Y.D., Ag-yare, C. (2020).** Fenugreek. In *Medicinal Plants of South Asia*; Hanif, M.A., Nawaz, H., and Byrne, H.J., Eds.; © Elsevier, U.K., pp. 257-271. ISBN: 978-0-08-102659-5
- Sanz, T., Salvador, A., Jimenez, A., Fiszman, S.M. (2008).** Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of

fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. *European Food Research and Technology*, 227(5), 1515-1521.

<https://10.1007/s00217-008-0874-2>

Šregelj, V., Pezo, L., Šovljanski, O., Lević, S., Nedović, V., Markov, S., ..., Četković, G. (2021). New concept of fortified yogurt formulation with encapsulated carrot waste extract. *LWT - Food Science and Technology*, 138, 110732.

<https://10.1016/j.lwt.2020.110732>

Srinivasan, K. (2006). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effects. *Food Reviews International*, 22(2), 203-224.

<https://10.1080/87559120600586315>

Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3), 263-268.

<https://10.1016/j.idairyj.2003.08.004>

Sun, J., Zhang, Z., Xiao, F., Wei, Q., Jing, Z. (2018). Ultrasound-assisted alkali extraction of insoluble dietary fiber from soybean residues. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 392(5), 052005.

Tomic, N., Dojnov, B., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I., Vujcic, Z. (2017). Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale—A sensory perspective. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 59-66.

<https://10.1016/j.lwt.2017.02.008>

Türker, İ., Daştan, S., İşleroğlu, H. (2022). Alkali extraction of dietary fiber from *Trigonella-foenum graecum* L. seeds. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(4), 621-628.

<https://10.24925/turjaf.v10i4.621-628.4696>

Wang, X., Kristo, E., LaPointe, G. (2019). The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. *Food Hydrocolloids*, 91, 83-91.

<https://10.1016/j.foodhyd.2019.01.004>

Wani, S.A., Kumar, P. (2018). Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17(2), 97-106.

<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.01.007>

Yildiz, E., Ozcan, T. (2019). Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 199-207.

<https://doi.org/10.1111/1471-0307.12566>

Kahve nutrasötik bileşenlerinin ve kafeinin enerji regülasyonu ve egzersiz performansı üzerine etkisi

Leyla ERUL, Tülay ÖZCAN

Cite this article as:

Erul, L., Özcan, T. (2023). Kahve nutrasötik bileşenlerinin ve kafeinin enerji regülasyonu ve egzersiz performansı üzerine etkisi.

Food and Health, 9(2), 170-183. <https://doi.org/10.3153/FH23016>

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Bursa, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

L.E. 0000-0001-9811-6404

T.Ö. 0000-0002-0223-3807

Submitted: 26.12.2022

Revision requested: 19.01.2023

Last revision received: 02.02.2023

Accepted: 01.03.2023

Published online: 31.03.2023

Correspondence:

Tülay ÖZCAN

E-mail: tulavozcan@uludag.edu.tr



© 2023 The Author(s)

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

ÖZ

Dünyada en çok tüketilen içeceklerin başında gelmekte olan kahve, içerdiği nutrasötik bileşenler, antioksidanlar ve kafein ile metabolizma üzerinde etkili fonksiyonel bir üründür. Kahve bileşenlerinden kafein, kafeik asit, klorojenik asit ve ferulik asidin depresyonu azaltma, uyanıklığı sağlama, duyu ve ruh halini iyileştirme gibi etkileri bulunmaktadır. Yüksek kafein içeriğine sahip kahve termojenik özelliği ile obezite tedavisinde iştahı bastırıcı olarak da kullanılmaktadır. Kafein, vücutta oluşturduğu biyokimyasal mekanizmalar sonucunda sporcular için bir ergojenik destek kaynağı sayılmaktadır. Bu derlemede, kahve nutrasötik bileşenleri ve kafeinin metabolik etkisi, enerji regülasyonu ve egzersiz performansı üzerine olan etkileri açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kahve, Kafein, Enerji, Egzersiz, Metabolizma

ABSTRACT

Effect of coffee nutraceutical components and caffeine on energy regulation and exercise performance

Coffee, which is one of the most consumed beverages in the world, is a functional product that is effective on metabolism with its nutraceutical components, antioxidants, and caffeine. Caffeine, caffeic acid, chlorogenic acid, and ferulic acid, which are the components of coffee, have effects such as reducing the risk of depression, providing alertness, improving emotions, and mood. With its high caffeine content, coffee is also used as an appetite suppressant in treating obesity with its thermogenic feature. Caffeine is considered an ergogenic support source for athletes due to the biochemical mechanisms it creates in the body. This review explains coffee nutraceutical components and their effects on the metabolic effect of caffeine, energy regulation, and exercise performance.

Keywords: Coffee, Caffeine, Energy, Exercise, Metabolism

Giriş

Son yıllarda fonksiyonel içecek pazarında kahve çekirdeği ve kahve yan ürünleri nutrasötik özellikleri ile giderek önem kazanmaktadır. Günümüzde tropikal ve subtropikal ülkelerde üretilen ve dünyada petrolden sonra en değerli ürün olarak kabul edilmekte olan kahve, kendine özgü bitkisinden elde edilen, *Rubiaceae* familyasında yer alan *Coffea* bitkisinin çekirdeğinden üretilmektedir (Lashermes ve ark., 2008; Vieira, 2008; Esquivel ve Jimenez, 2012). 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık 10 milyon ton kahve çekirdeği tüketildiği belirtilmekte ve kahve tüketimi her geçen gün artmaktadır (Statista, 2020/21).

Kahvede tanımlanan biyoaktif bileşiklerin sayısı oldukça fazladır ve bunlar sağlık üzerine olumlu etkileri olan pek çok özelliğe sahip bulunmaktadır. Kahvenin içerdiği polifenol ve fenolik asitler yüksek antioksidan, antihipertansif ve antitanser özellikleri ile birlikte, kilo kaybı, ruh halini iyileştirme ve uyanıklığı artırma gibi olumlu etkiler de göstermektedir (Zain ve ark., 2018).

Kahve tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan metabolik/fizyolojik sonuçlar daha çok bileşiminde bulunan kafein, klorojenik ve kafeik asitlerden kaynaklanmaktadır. Bu biyoaktif bileşenler, karaciğer sirozu, alkole bağlı pankreatit başlangıcının inhibisyonu, astım semptomları ve bronşiyal astımın klinik belirtilerinin önlenmesinde olumlu etkiler göstermektedir. Ayrıca, kahve tüketimi ile plazma glukoz seviyesindeki düşüş, tip 2 diyabet riski, açlık hiperglisemi ve kolon kanseri prevalansındaki azalma ile ilişkilendirilmiştir. Kahvede bulunan bazı biyoaktif aminler, metabolik strese yanıt olarak, lipid peroksidasyonunun inhibisyonu, membranların stabilizasyonu, gastrointestinal sistemin modülasyonu, vazodilatör veya psikoaktif olarak normal büyüme ve gelişme için önemli metabolik etkilerde bulunmaktadır (Esquivel ve Jimenez, 2012).

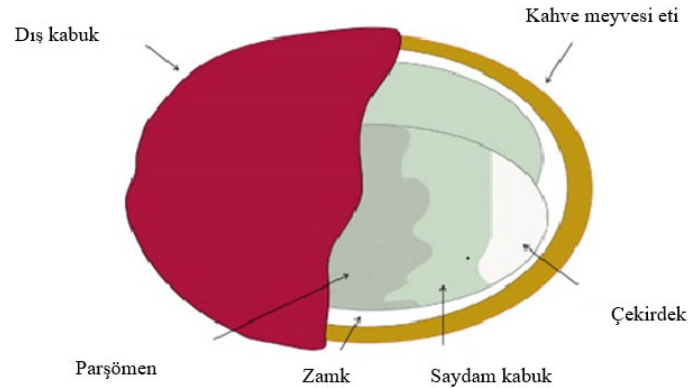
Kahve çekirdeklerindeki ana alkaloidlerden biri olan kafein ise kahvenin kalite ve aroma özellikleri ile birlikte, tüketici sağlığı ve metabolizması üzerine de doğrudan etkili olmaktadır (Esquivel ve Jimenez, 2012). Başlıca kafein kaynakları kahve, çay, kola, enerji içecekleri ve çikolata olmasına rağmen en çok tüketilen kafein kaynağı kahve çekirdeği olarak bilinmektedir. Kahvenin bileşiminde bulunan kafein çoğunlukla bilişsel fonksiyonların güçlendirilmesinde, uyanıklığı sağlamada ve egzersiz performansını iyileştirmede kullanılmaktadır (Camfield ve ark., 2014; Wood ve ark., 2014). Ayrıca kafein en yaygın tüketilen psikoaktif bileşendir. Kafein çeşitli ürünlerde doğal olarak bulunmakla birlikte, yetiştirme koşulları, bitki çeşidi, işleme ve depolama gibi prosesler elde

edilen içeceğin kafein konsantrasyonunda değişkenliğe neden olmaktadır (Jamieson, 2001; Smith, 2005).

Kahve Çekirdeği ve Nutrasötik Özellikleri

"Kahve" terimi, tropikal bir çalı olan "cafeto" kelimesinden gelmektedir (Haile ve Kang, 2019; Rashidinejad ve ark., 2022). Kahve çekirdeği ise *Rubiaceae* familyasının *Coffea* cinsinde yer alan ağacın meyvesinden elde edilmektedir (Dunangjai ve ark., 2018).

Kahvenin kaynağını oluşturan meyveler taze iken yeşil renkte olup, olgunlaştığında kırmızı-mor veya koyu kırmızıya dönüşmektedir (Esquivel ve Jimenez, 2012). Kahve meyvesi perikarp ve tohum olmak üzere iki ana kısma ayrılmaktadır. Perikarp tabakası; ekzokarp (deri), mezokarp (müsilaj) ve endokarp (parşömen) olmak üzere üç dış tabakadan oluşmaktadır. Tohum kısmı ise kahve çekirdeğini meydana getirmektedir. Kahve çekirdeği, gümüş bir kabuk, bir endosperm ve bir embriyodan oluşmakta olup, bu çekirdeklerinin boyutları 6-10 mm arasında değişmektedir (De Castro ve Maraccini, 2006; Girginol, 2017). Şekil 1' de kahve çekirdeğinin yapısı belirtilmektedir.



Şekil 1. Kahve meyvesinin katmanları (Esquivel ve Jimenez, 2012)

Figure 1. Layers of coffee fruit (Esquivel ve Jimenez, 2012)

Ticari olarak *Coffea arabica* (Arabica) ve *Coffea canephora* (Robusta) olmak üzere kahvenin iki türü bulunmaktadır. Kahve genel olarak Arabica ve Robusta çekirdekleri olarak tanımlanmakla birlikte her cinsin de birçok alt türü bulunmaktadır (Bertrand ve ark., 2003). *Coffea arabica* ilk olarak 15. yy' da Yemen' de yetiştirilmesine rağmen anavatanı Etiyopya olarak bilinmektedir. Günümüzde ise Brezilya ticari olarak dünyada en fazla kahve üreten ülke olarak yerini almaktadır. Kahvenin üretimi genel olarak tropikal iklimin

hâkim olduğu bölgelerde yapılmaktadır (Girginol,2017; Gomes ve ark., 2020). *C. arabica* dünyada %65’lik oranla kahve tüketiminin büyük bir kısmına sahiptir ve kahve çekirdeği üretiminin %70’lik kısmını Arabica çekirdeği, %25’lik kısmını ise Robusta çekirdeği oluşturmaktadır ve bu çekirdekler arasında ayırt edilebilir farklar bulunmaktadır (Girginol, 2017).

Kahvenin kimyasal bileşimi yetiştirildiği coğrafi konuma göre değişmektedir. Arabica kahve çekirdeği, Robusta kahve çekirdeği ile karşılaştırıldığında daha yüksek rakımlarda yetiştirilmektedir. Arabica çekirdekleri zayıf gövdeli, asidik ve aromatik bir kahve çeşidi olmasına rağmen Robusta çekirdekleri daha nahoş ve daha fazla kafein içermektedir. Arabica kahve çekirdeğinin kafein içeriği Robusta kahve çekirdeğine kıyasla düşük olmasına rağmen daha az acı ve aromatik olması nedeni ile daha lezzetli kabul edilmektedir. Fakat Robusta çekirdeğinin Arabica çekirdeğine kıyasla daha fazla tercih edilmesinin en önemli sebebi ise her koşulda yetiştirilebilmesi nedeni ile daha ucuz olmasıdır (Pinheiro ve ark. 2021). Şekil 2’ de Arabica ve Robusta çekirdeklerinin morfolojik özellikleri belirtilmektedir.



Arabica çekirdeği



Robusta çekirdeği

Şekil 2. Arabica ve Robusta çekirdekleri (Anonim, 2021)

Figure 2. Arabica and Robusta beans (Anonim, 2021)

C. arabica ve *C. canephora* kahve türleri, trigonellin, sükröz, kafein, klorojenik asit ve lipit oranlarına göre önemli bileşim farklılıkları göstermektedir. Şekil 3’te *C. arabica* ve *C. canephora* ham kahve çekirdeklerinde bulunan bazı bileşenlerin ortalama değerleri (kurumadde de 100 g⁻¹ olarak) verilmiştir. *C. canephora* (%2.2) türünün kafein içeriği, *C. arabica* (%1.2) türünün yaklaşık iki katıdır ve aynı zamanda klorojenik asit değerleri de *C. canephora*’ da daha yüksek bulunmaktadır. Karbonhidrat, lipit, trigonellin içeriği ise *C. arabica*’ da daha fazladır. Bunun yanı sıra *C. canephora*’ da daha fazla bulunan klorojenik asit kahve içeceğinin tadının buruk olmasını da sağlamaktadır (Ribeiro ve ark., 2011; Pinheiro ve ark., 2021).

Kahve hücre duvarı, selüloz, hemiselüloz, pektin, lignin, tannin, gum, protein, mineral, pigment ve yağlardan oluşmaktadır. Kahve ayrıca alifatik, alisiklik, aromatik (hidrokarbonlar, fenoller), heterosiklik (oksijen, nitrojen, sülfür) ve inorganik bileşenleri içermesinin yanı sıra alkaloidlerden kafein, teofilin, teobramin ve diğer metilksantinleri bileşiminde bulunmaktadır (Spiller, 2019a,b).

Arabica kahvesi, Robusta kahvesinden daha yüksek kafein içeriğine sahiptir (Tablo 1). Bununla birlikte, ham Robusta çekirdeğinin antioksidan aktivitesi Arabica çekirdeğinden iki kat daha yüksek biyolojik aktiviteye sahiptir, ancak kavurma işleminden sonra bu fark ortadan kalkmaktadır. Kavurma işlemi kahvenin kalitesi üzerinde etkili olmaktadır ve genellikle 200 °C’ nin üzerindeki sıcaklıklarda 10-15 dakika uygulanmaktadır. Kavurma sırasında çeşitli kimyasal reaksiyonlar meydana gelmekte, kahve içeceğinin aroma ve tadını ortaya çıkaran uçucu bileşenler oluşmaktadır (Pinheiro ve ark., 2021).

Kavurma sırasındaki yüksek sıcaklıklar, kavurma şartlarının etkinliğine göre kahvede toplam klorojenik asit (CGA) oranında bir azalmaya neden olabilmektedir. Kavurma, kahve çekirdeklerinde bulunan çözünür diyet lifi miktarı üzerinde de etkili olmaktadır. Yeşil kahvede 39.4 mg/100 mg çözünür diyet lifi bulunurken kavurulmuş çekirdeklerde ise 64.9 mg/100 mg belirlenmiştir (Esquivel ve Jimenez, 2012). Tablo 2’ de kavurulmuş kahvedeki ana bileşenler verilmiştir.

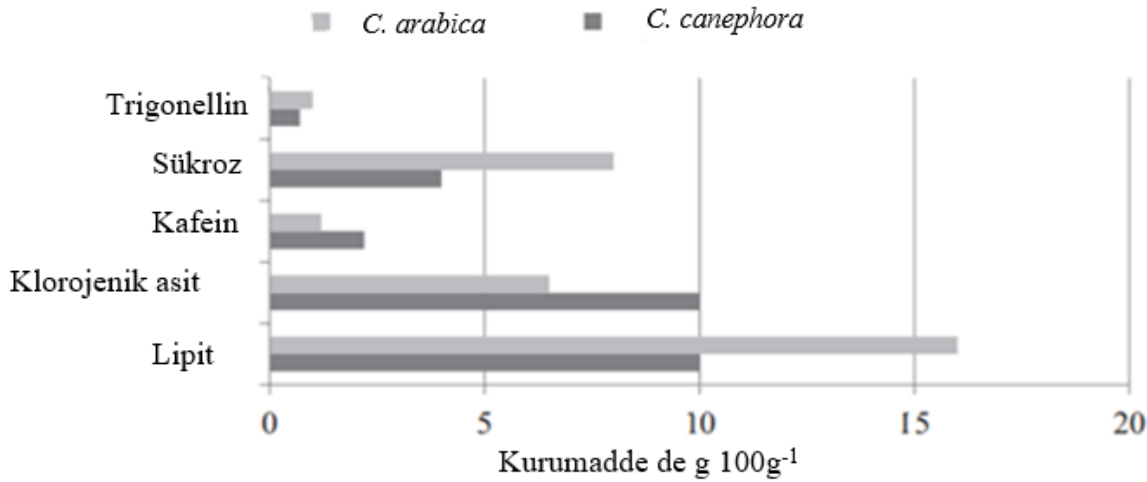
Morais ve ark. (2008) tarafından kahve çekirdeklerine düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç çeşit kavurma işlemi uygulanmış ve kimyasal bileşimi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda kavurma derecesi arttıkça toplam fenol içeriği ve proantosiyanidin 3 konsantrasyonunun arttığı ve klorojenik asit seviyelerinin ise azaldığı saptanmıştır. Ayrıca Robusta kahvesindeki 5-kafeoilkinik asit (5-ACQ) miktarı Arabica kahvesi ile karşılaştırıldığında, hafif ve orta kavurma işleminde Arabica kahvesinde daha yüksek, fakat yüksek kavurma işleminde ise bu oranın daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kafein ve Metabolik Etkisi

Kafein, 25 yaşındaki Alman kimyager Friedlieb Ferdinand Runge tarafından yaklaşık 200 yıl önce kahve çekirdeklerinden izole edilmiştir. Daha sonrasında tüm toplumlar tarafından kabul görerek sosyo-kültürel etkisi açıklanmıştır (Kara Yiğit, 2022).

Kafein, 60’tan fazla bitkinin tohumunda, meyvesinde veya yaprağında bulunmakla birlikte bu bitkilerin içinde en fazla kafein bulunduranlar kahve, çay, kakao, yerba mate ve kola

bitkisidir (Korekar ve ark., 2020). Kafeinin bilinen en iyi kaynağı ise kahve çekirdeğidir. Tablo 3'te bazı içecek ve yiyeceklerin kafein içerikleri belirtilmektedir.



Şekil 3. *C. arabica* ve *C. canephora* kahve türlerinin ham çekirdeklerinin (g 100 g⁻¹) içerdiği kimyasal bileşenler (Martinez ve ark., 2014)

Figure 3. Chemical components of raw beans (g 100 g⁻¹) of *C. arabica* and *C. canephora* coffee species (Martinez ve ark., 2014)

Tablo 1. Ham kahve çekirdeklerinin içerdiği kimyasal bileşenler (Martinez ve ark., 2014)

Table 1. Chemical components of raw coffee beans (Martinez ve ark., 2014)

Bileşenler	<i>Coffea canephora</i>	<i>Coffea arabica</i>
Lipit	10.0	16.0
Organik asit	-	-
Total klorojenik asit	10.0	6.5
Alifatik	1.0	1.0
Kinik	0.4	0.4
Kafein	2.2	1.2
Trigonellin	0.7	1.0
Toplam mineral madde	4.4	4.2
Polisakkarit	48.0	44.0
Şeker	-	-
Sükroz	4.0	8.0
Redüktör	0.4	0.1
Amino asit	0.8	0.5
Lignin	3.0	3.0
Pektin	2.0	2.0
Protein	11.0	11.0

Tablo 2. Kavrulmuş kahvedeki temel bileşenler (Spiller, 2019b)**Table 2.** Essential ingredients in roasted coffee (Spiller, 2019b)

Bileşenler		Toplam (%)	Suda çözünür (%)
Protein	Aminoasitler	9	1.5
Karbonhidrat	Polisakkaritler	24	-
	<i>Suda çözünmeyen</i>	6	6
	<i>Suda çözünen</i>	0.2	0.2
	Sükroz	0.1	0.1
Lipit	Glukoz, fruktoz, arabinoz	9.5	-
	Trigliseritler	2	eser
	Serbest ester, glikozit	0.5	-
	Steroller	1	-
Uçucu asitler	Diğer lipitler ve mumlar	0.1	0.1
	Formik asit	0.2	0.2
Uçucu olmayan asitler	Asetik asit	0.4	0.4
	Laktik, pürivik, okzalik, tartarik, sitrik asit	3.8	3.8
Alkaloidler	Klorojenik asit	1.2	1.2
	Kafein	0.4	0.4
Kül	Trigonelin	4	3.5
Su	Mineraller	2.5	2.5

Tablo 3. Bazı içecek ve yiyeceklerin kafein içerikleri (Bolignano ve ark., 2007)**Table 2.** Caffeine content of some beverages and foods (Bolignano ve ark., 2007)

Ürün	Ölçü	Kafein miktarı (mg)
Kafein tableti	1 tablet	200
Kavrulmuş kahve	150 mL	85
İstant kahve	150 mL	60
Kafeinsiz kahve	240 mL	5
Espresso	57 mL	100
Bitter çikolata	1 bar (43 g)	31
Sütlü çikolata	1 bar (43 g)	10
Sıcak çikolata, fincan	150 mL	4
Kola	335 mL	34
Yeşil çay	240 mL	15
Çay, yaprak veya poşet	240 mL	30

Kimyasal ismi 1,3,7-trimetilzantin olarak tanımlanan kafein acı tatta, suda ve yağda çözünebilir bir özelliğe sahip bulunmaktadır. 1,3,7-trimetilürük asit ve 7-metilksantin kafeinin metabolitleridir (WHO, 2013; Singh ve ark., 2022). Kafein, beyaz kristalli bir pürin olan metilksantin alkaloididir ve kimyasal olarak deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asidin (RNA) adenin ve guanin bazları ile ilişkili olarak açıklanmaktadır (Wink, 2016). Metilksantin sınıfında olan kafein, merkezi sinir sistemi (CNS) uyarıcısı olarak bilinmekte ve adenosinin adenosin A1 reseptörüne bağlanmasını bloke ederek etki etmekte ve bu etki nörotransmitter asetilkolin salınımını arttırmaktadır (Renda ve De Caterina, 2020; Pohanka, 2022). Kafein ayrıca fosfodiesterazın seçici olmayan inhibisyonu yoluyla siklik AMP (adenosin monofosfat) seviyelerini arttırmaktadır (Faudone ve ark., 2021).

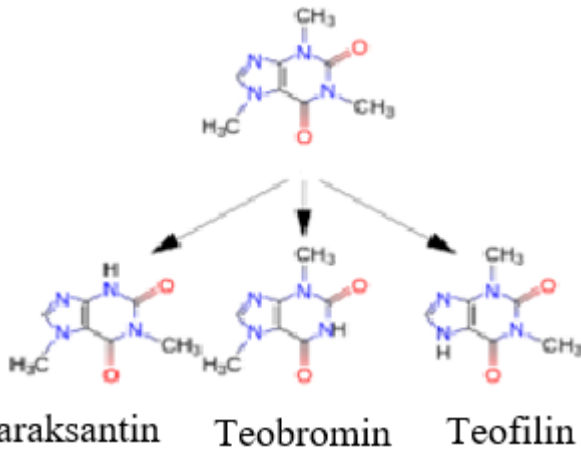
Metilksantinler (kafein, teofilin, teobromin, paraksantin) lipofilik özellikleri ile biyolojik membrandan kolaylıkla geçebilmektedir. Bu sebep ile kafeinin vücuda alınmasından sonra gastrointestinal sistem tarafından tamamı hızlı bir şekilde emilmektedir (Spiller, 2019a). Kahvedeki kafein, çay ve diğer içeceklere oranla daha kolay emilebilmekte ve plazma proteini olan albümine bağlı olarak taşınmaktadır (Nehlig, 2018; Sovrić ve ark., 2022). Kafein karaciğerde değişime uğramakta, kompleks reaksiyonlar sonucunda çeşitli metabolit-

ler oluşturmakta ve bu metabolitlerin çoğu idrarla atılmaktadır. Kafeinin idrarla atılımı, idrar pH'sından ve plazma kafein konsantrasyonundan etkilenmemektedir (dePaula ve Farah, 2019). Kafein dimetilasyon sonucunda karaciğerde dimetilksantin formlarına dönüşmekte ve P-450 monooksijenaz enzimini katalizlemektedir. Kafein metabolizmasından sorumlu enzim, CYP1A2 geni tarafından kodlanmakta, CYP1A2 izozimi tarafından üç dimetilksantine metabolize edilmektedir. Kafeinin sitokrom P-450 karaciğer enzimi ile metabolize edilmesi sonucunda, her biri vücut üzerinde spesifik etkileri olan paraxantin, teobramin ve teofilin parçalanmaktadır (Şekil 3) (van Dam ve ark., 2020; Purkiewicz ve ark., 2022). CYP1A2 aktivitesindeki değişiklikler, cinsiyet, ırk, genetik polimorfizm, hastalık ve indükleyicilere maruz kalma gibi faktörler kafeinin vücuttan atılımını etkilemektedir (Buzdağlı ve ark., 2021).

Kafeinin metabolize edilmesi sonucu oluşan bileşenler ve etkileri aşağıda açıklanmaktadır;

Paraksantin: Kafein gibi merkezi sinir sistemi uyarıcı etkinliği bulunmaktadır. Kafeinden farklı olarak Na⁺ /K⁺ ATPaz'ın enzimatik etkisini artırarak iskelet kas dokusuna potasyum iyonlarının girişini sağlamakta, ayrıca kas dokusunda kalsiyum miktarını da arttırmaktadır (Hawke ve ark., 2000).

Teobromin: Kan damarlarını genişletmekte ve idrar hacmini arttırmaktadır. Teobromin ayrıca kakao çekirdeğindeki başlıca alkaloiddir (Welsh ve ark., 2010).



Şekil 4. Kafeinin metabolize edilmesi sonucu oluşan bileşenler (Purkiewicz ve ark., 2022)

Figure 4. Components formed as a result of the metabolism of caffeine (Purkiewicz ve ark., 2022)

Teofilin: Bronşların düz kaslarını gevşetmektedir ve astım tedavisinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, teofilinin terapötik dozu, kafein metabolizmasından elde edilen etkilerden çok daha fazla olmaktadır (Welsh ve ark., 2010).

Oral tüketim sonrası kafein kan ve vücut dokularınca emilmektedir. Emilim, ağızdan alındıktan yaklaşık 45 dakika sonra tamamlanmaktadır. En fazla plazma kafein konsantrasyonuna, tüketimden 45-90 dakika sonunda ulaşılmaktadır (Magkos ve Kavarous, 2005).

Kafeinin biyolojik yarı ömrü (vücudun bir dozun yarısını atması için gereken süre) hamilelik, alınan ilaçlar, karaciğer enzim fonksiyon düzeyi ve yaş gibi faktörlere bağlı olarak bireyler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Sağlıklı yetişkinlerde kafeinin yarı ömrü 3.5-5 saat arasında tamamlanmaktadır (Bell ve McLellan, 2002; Kamimori ve ark., 2002). Erişkin erkek ve sigara içenlerde yarılanma ömrü %50 oranında azalmaktadır. Oral kontraseptif kullanan kadınlarda ise yaklaşık iki katına çıkmakta ve gebeliğin son üç ayında daha da artmaktadır. Yeni doğanlarda ise kafein yarı ömrü 80 saat veya daha fazla olabilmektedir ve yaşla birlikte bu çok hızlı bir şekilde düşmektedir. Antidepresan kullanımı, kafeinin klirensini azaltmaktadır ve tüm vücuttan tamamen atılması yaklaşık olarak 24 saati bulmaktadır. Fakat ergojenik etkinin 24 saat sürmediği bilinmektedir. Kafeinin etkileri ise, vücut tarafından metabolize edilme hızına bağlı olarak değişmektedir (Bell ve McLellan 2002; van Dam ve ark., 2020).

Kafein, FDA (Amerika Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından genel olarak güvenli olarak sınıflandırılmıştır (Heckman ve ark., 2010). EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi), günde 400 mg'a kadar kafeinin (günde yaklaşık 5,7 mg/kg vücut kütlesi) hamile olmayan yetişkinler için güvenlik endişesi yaratmadığını, günde 200 mg'a kadar kafein alımının ise hamile yetişkinler için kullanılabileceğini belirtmiştir (EFSA, 2015).

Bir fincan kahvenin kafein içeriği, kullanılan çekirdek, kavurma ve hazırlama yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, toksik doza ulaşmak için yaklaşık 50-100 normal fincan kahve gerekmektedir (NCBI, 2022).

Kahve ve Kafeinin Enerji Regülasyonu Üzerine Etkisi

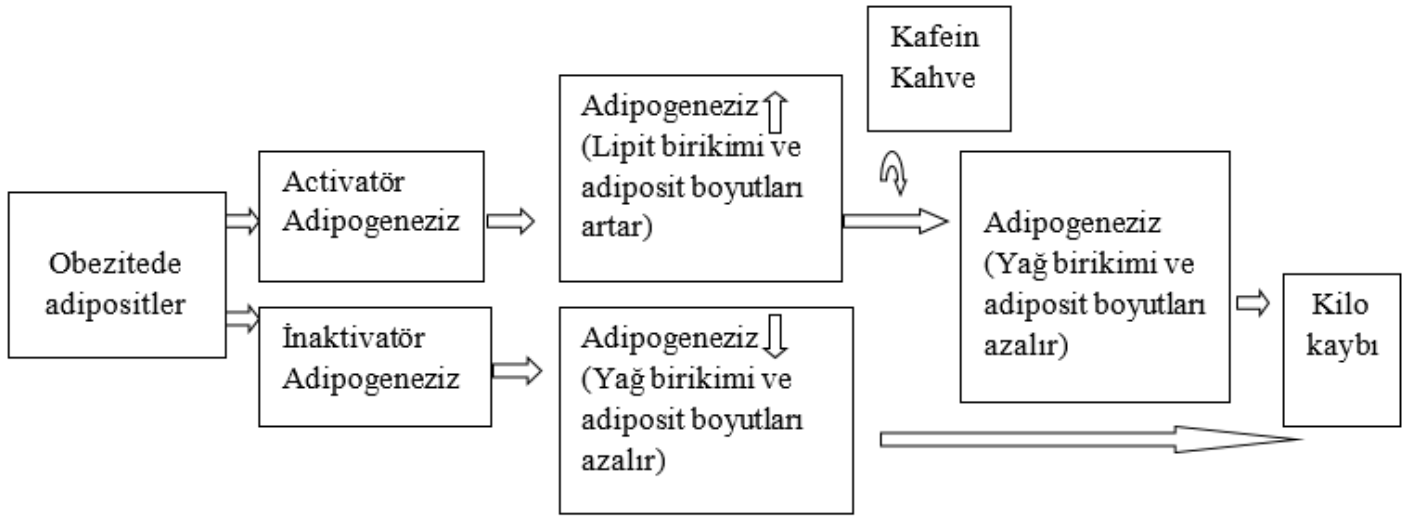
Obezite, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından sağlıklı bozacak şekilde vücutta anormal yağ birikimi olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2021). Aşırı kilo ve obezite prevalansı son 30 yılda iki katına çıkmıştır ve dünya nüfusunun %39'unu etkilemektedir. Obezitenin en önemli nedeni enerji alımı ve enerji harcaması arasındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. Bu nedenle vücut ağırlığının korunması için enerji harcamasını artırıp enerji alımını azaltarak negatif

enerji dengesinin sağlanması gerekmektedir. Vaka sayısındaki artış göz önüne alındığında, özellikle hastaların beslenme alışkanlıklarında uzun vadedeki değişim ve düzenli fiziksel aktivite uygulamadaki güçlükler, obezite ile mücadele için yeni ve tamamlayıcı tedavilerin geliştirilmesini gerektirmektedir (Mateos ve ark., 2022). Farmakoterapi ve cerrahi tedaviler obezitenin yönetimine katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda obezite tedavisinde bazı bitkilerin biyoaktif etki mekanizmasından da faydalanılmaktadır. Bu bitkiler etkilerini, metabolizmayı uyararak ve yağ yakımını artırarak sağlamaktadır. Termojenikler olarak da ifade edilen bu bitkilerin en çok bilinenleri turunç, kahve, yeşil çay ve kırmızı biberdir (Sinar ve ark., 2019).

Obezitenin alternatif korunma ve tedavi yöntemleri arasında kafein de kullanılmaktadır. Kahvenin içerdiği kafein sayesinde obezite riskini azalttığı bilinmektedir (Nordestgaard ve ark., 2015). Kafein bu etkisini iştah düzenleme ve iştah bastırıcı olarak görmektedir (Jessen ve ark., 2005). Kafein termojeniz ve enerji harcaması üzerindeki etkilerini siklik adenozin monofosfatın (cAMP) yıkımında görevli olan fosfodi-

esteraz'ın (PDE) kafein metabolitleri olan metilksantinler tarafından inhibisyonunun cAMP'nin yıkımını yavaşlatarak; artmış lipoliz, iskelet kasında ısı üretimi ve karaciğerde tokluk sinyalleri üreten hücre içi sinyalizasyonun daha uzun sürmesini sağlayarak göstermektedir (Harpaz ve ark., 2017).

Kafeinin farklı bileşiklerle kombinasyonunun obezite yönetiminde daha etkili olabileceğine dair birçok çalışmada mevcuttur. Xu ve ark. (2019) tarafından yüksek yağlı bir diyetle beslenen obez farelerde kafein ve klorojenik asitin vücut ağırlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, vücut ağırlığının ve karın yağ dokusunun azaldığı ayrıca serum ve karaciğerdeki lipit değerlerinde de iyileşme olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Başka bir çalışmada kafeininin kateşin ile birlikte kullanımının, lipit metabolizması ile ilişkili enzimlerin gen ve protein ekspresyonunu düzenleyerek lipit birikimini sinerjistik olarak önleyebileceği bulunmuştur (Zhu ve ark. 2017). Ayrıca, kafein ve EGCG (Epigallocatechin-3-gallate) kombinasyonunun, bağırsak mikrobiyotası ve safra asidi metabolizmasını modüle ederek anti-obezite etkisi gösterdiği saptanmıştır (Zhu ve ark. 2021).



Şekil 5. Kahvenin obezitede inhibitör adipogenez olarak kullanımı (Lelyana, 2017)

Figure 5. Use of coffee as inhibitory adipogenesis in obesity (Lelyana, 2017)

Kahve ve Kafeinin Genel Sağlık Üzerine Etkileri

Kahve fitokimyasallarca zengin bir diyet lifi kaynağıdır. Kahvede bulunan fenolik bileşikler esas olarak yeşil kahve çekirdeklerinde transsinamik asitlerin ve kinik asitlerin esterleri olan klorojenik asit (CGA) olarak bulunmaktadır. Yeşil kahvede bulunan hidroksisinnamik asitlerin, amino

asitler (sinnamoilamidler) ve glikozitler (sinnamoil glikozitler) ile konjugasyonu bildirilmiştir. Antioksidan aktivitelerinin yanı sıra, CGA hepatoprotektif, hipoglisemik ve antiviral aktivite gibi diğer önemli sağlık özelliklerini de göstermektedir. Yeşil kahve özlerinin içerdiği antioksidanlar, vücut ağırlığının kontrolü, kan basıncını düşürme, antibakteriyel ve antihipertansif etkiler sağlamaktadır. Taninler, lignanlar ve an-

tosiyeninler gibi diğer fenolik bileşikler ise, kahve çekirdeklerinde daha düşük miktarlarda bulunmaktadır. Bazı yeşil kahve özleri ticari olarak da bulunabilmekte ve bu yeşil kahve çekirdekleri, özellikle CGA'dan gelen ikincil metabolitlerin çoğunu içermektedir. Fakat daha düşük miktarlarda kafein, kafestol ve kahveol bulundurmaktadır. Kahvede bulunan kafestol ve kahveol, artan serum kolesterol seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca kahve tüketiminin *Bifidobacterium* spp. sayısını arttırdığı ve prebiyotik etki göstererek bağırsak mikrobiyotasını modüle ettiği de belirtilmektedir (Farrag ve ark., 2021).

Kafein, merkezi sinir sisteminin uyarılması, kan dolaşımının ve solunumun artması yolu ile uyanıklığı sağlamakta ve bu nedenle de popülerliğini korumaktadır. İnsanlar, uyuşukluk hissini azaltmak veya önlemek ve ayrıca bilişsel performansını arttırmak için kafein içeren içecekler tercih etmektedir (Esquivel ve Jimenez, 2012).

Kafeinin birçok olumlu ve olumsuz sağlık etkileri de bulunmaktadır. Kafeinin oluşturduğu etkiler bireysel farklılıklar ve genetik faktörlerle ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Prematüre bebek solunum bozukluklarını (bronkopulmoner displazi) ve prematüre apnesini tedavi edebilmekte veya önleyebilmektedir. Kafein sitrat, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Temel İlaçlar Model Listesinde bulunmaktadır (WHO, 2013). Parkinson hastalığı da dahil olmak üzere bazı rahatsızlıklara karşı koruyucu etki sağlamaktadır (Cano-Marquina ve ark., 2013; Qi ve Li, 2014). Bazı kişiler tarafından tüketilen kafein uyku bozukluğu veya kaygıya sebep olabilmektedir (O'Callaghan ve ark., 2018). Hamilelik sırasında kullanımına ilişkin kesin kanıtlar bulunmamasına rağmen yapılan çalışmalar, hamile kadınların kafeini günde iki fincan kahve eşdeğeri veya daha azı ile sınırlamasını önermektedir (Jahanfar ve Jaafar, 2015). Tekrarlanan günlük alımlardan sonra kafeini kullanmayı bırakan kişilerde uyku hali, baş ağrısı ve sinirlilik gibi yoksunluk semptomları ile ilişkili hafif bir ilaç bağımlılığı oluşabilmektedir (Juliano ve Griffiths, 2004; Juliano ve ark., 2012). Artan kan basıncı, kalp hızı ve idrar atımının otonomik etkilerine tolerans, kronik kullanımlar ile gelişmektedir, böylelikle bu semptomlar düzenli kullanımdan sonra daha az görülmekte veya hiç görülmemektedir (van Dam ve ark., 2020).

Yüksek dozda kafein alımı ayrıca huzursuzluk, gerginlik, sinirlilik ve psikomotor ajitasyona neden olurken, bu alkaloidin uzun süreli kullanımı kardiyovasküler hastalık riskini arttırmaktadır (Esquivel ve Jimenez, 2012).

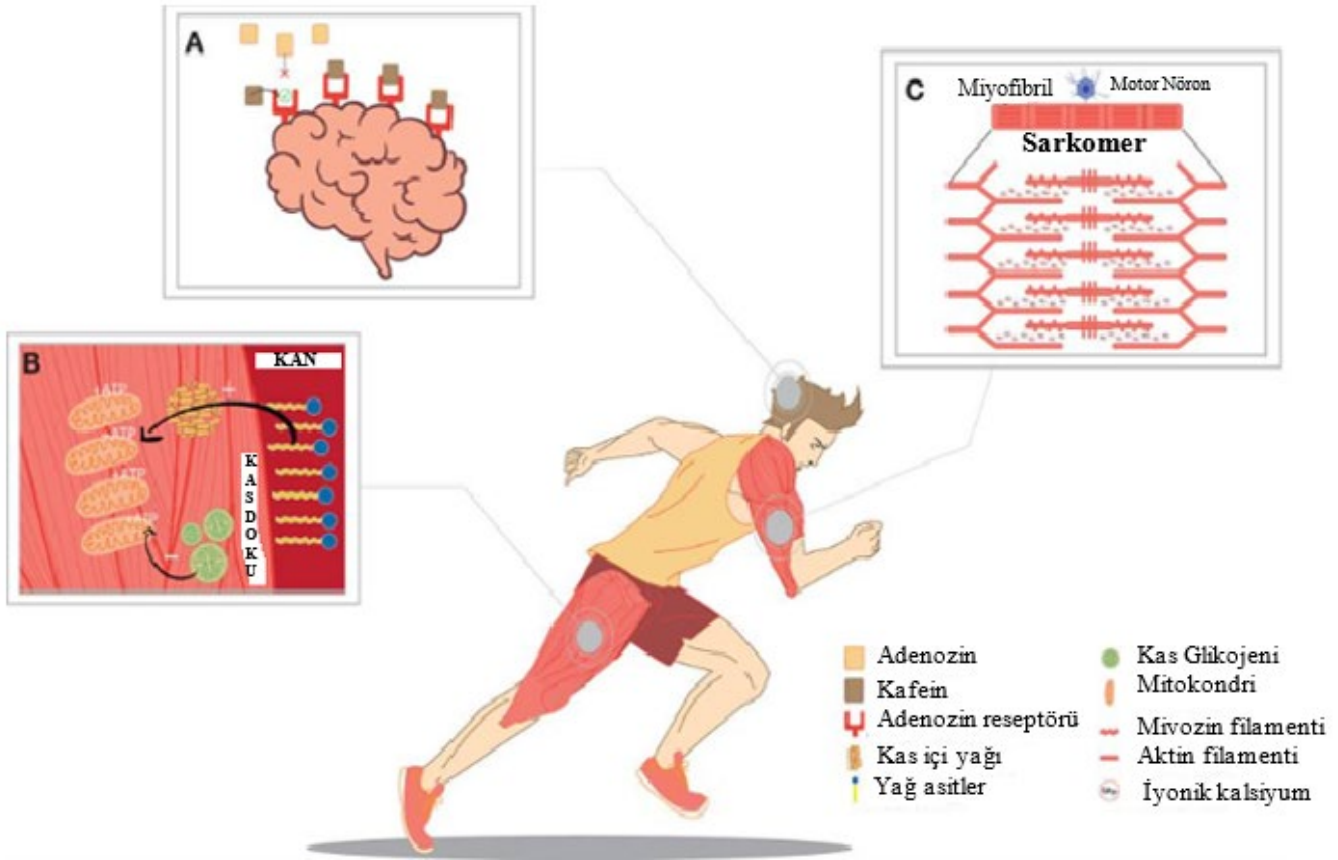
Kahve, Kafein ve Egzersiz Performansı İlişkisi

Aktif bireyler ve elit sporcular, performansı arttırmak için kafeini kullanmaktadır. Dayanıklılık sporcuları (örneğin triatletler, bisikletçiler ve maratoncular), oyun sporcuları (örneğin tenis, voleybol ve hentbol oyuncuları) ve kuvvet sporcuları (örneğin halterciler) dahil olmak üzere farklı modalitelerden sporcular kafein tüketmektedir. Kafein aracılı performans iyileştirme için birkaç varsayım ve mekanizma bulunmaktadır. Bunlar; sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımı, fosfodiesterazın inhibisyonu yolu ile kas glikojeninin korunması ve kafeinin merkezi sinir sistemindeki (CNS) adenosin A1 ve A2 reseptörlerindeki antagonistik etkisidir. Bu nedenle, kafein alımından sonra egzersiz performansındaki artıştan bu faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Şekil 5'te kafeinin egzersiz performansı üzerindeki etkilerinin ana yolları verilmiştir (Martins ve ark., 2020).

Kafeinin bilinen en önemli mekanizması ise adenosin antagonizm mekanizması olarak kabul edilmektedir (Bayraktar ve Taşkıran, 2019). Kafein molekülü yapısal olarak, uzun süren egzersiz veya bilişsel aktiviteler sonrası parasempatik sinir sistemi aktivasyonunu artırarak yorgunluk hissini ve uyku ihtiyacını arttıran adenosin ile moleküler benzerlik göstermekte (Şekil 6) ve hücrelerin yüzeyindeki adenosin reseptörlerini onları aktive etmeden bağlayabilmektedir, dolayısıyla rekabetçi bir antagonist olarak hareket etmektedir (Fisone ve ark., 2004; Akça ve ark., 2018).

(A) Kafein ve kafeinin sekonder metabolitleri Merkezi Sinir Sistemindeki (CNS) reseptörler ile adenosine karşı antagonistik etki göstererek uyanıklığı arttırmakta ve egzersizde harcanan performansı azaltmaktadır, **(B)** Kas glikojeni korunmaktadır, **(C)** Nöromusküler uyarıcı ile kalsiyum iyonlarının artan salınımı, kas liflerinde kasılma gücünü arttırmaktadır (Şekil 6).

Geç saatlerde tüketilen kafeinin uykuyu kaçırması ve canlılık hissini artırması adenosin reseptörlerine bağlanarak, adenosinin söz konusu etkilerini ortadan kaldırması ile ilişkili bulunmuştur (Akça ve ark., 2018). Adenosinin merkezi sinir sistemindeki birçok nörotransmitterin salınımını engellemektedir. Kafein ise merkezi sinir sistemini uyararak adenosinin oluşturduğu yorgunluğu ve uyku halini ortadan kaldırmaktadır (Bayraktar ve Taşkıran, 2019).



Şekil 6. Egzersiz performans kapasitelerindeki artışlarla ilgili kafeinin ana etki mekanizmaları (Martins ve ark., 2020)

Figure 6. Main mechanisms of action of caffeine related to increases in exercise performance capacities (Martins ve ark., 2020)

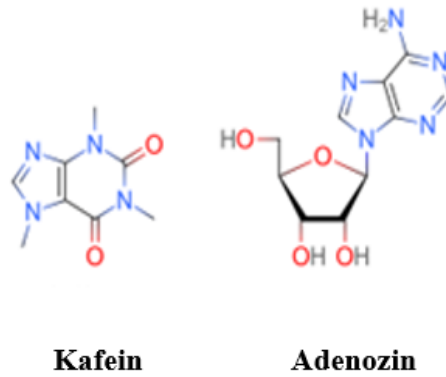
Kafein ve Dozaj

Performansı artırmak için kabul edilen kafein dozu, egzersizden 60 dakika önce 3-6 mg/kg arasındadır. Bu dozaj, aerobik egzersizler, oyun sporları ve yüksek glikolitik gereksinimi olan egzersizlerde (%1-8 arasında) performans kazanımlarını desteklemektedir. Araştırmalar düşük (≤ 3 mg.kg⁻¹) ve de yüksek (6-9 mg.kg⁻¹) kafein dozlarının egzersiz performansını arttırabileceğini belirtmektedir (Martins ve ark., 2020).

Zhang ve ark. (2020) düşük (3 mg.kg⁻¹), orta (6 mg.kg⁻¹) ve yüksek (9 mg.kg⁻¹) dozlarda kafein alımının bilişsel performans ve beyin aktivasyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, daha düşük dozlarda kafein alımının, orta ve yüksek dozlara (6 veya 9 mg.kg⁻¹) göre bilişsel fonksiyonlar ve beyin aktivasyonu üzerinde daha fazla etki gösterdiği belirlenmiştir.

Pek çok çalışma potansiyel faydalı dozun 400-600 mg arasında olduğunu açıklamaktadır. Bu doz yaklaşık olarak 4-6

fincan kahveye denk gelmektedir. Bununla birlikte kafein tüketim dozu; kişinin toleransına (tüketim sıklığı), egzersiz biçimine, kas kasılma biçimine ve tüketilen kafein formuna göre değişebilmektedir (O'Callaghan ve ark., 2018).



Şekil 7. Kafein ve adenosinin kimyasal açık formülü
Figure 7. Chemical structure formula of caffeine and adenosine

Kafein ve Zamanlama

Kafein tüketiminde bir diğer faktör ise zamanlamadır. Kafein oral olarak alındığında en yüksek plazma seviyesine 30-75 dakika arasında ulaşmaktadır (Bayraktar ve Taşkiran, 2019). Kafein performans testlerinden (dayanıklılık, takım sporları, dövüş sporları ve güç-kuvvet egzersizleri/aktiviteleri) çoğunlukla 60 dakika önce kullanılmaktadır (Martins ve ark., 2020). Bununla birlikte, Bell ve McLellan (2002), aynı dozda kafein tüketiminin (5 mg.kg⁻¹) testlerden 60 dakika önce tüketilene kıyasla testlerden 180 dakika önce tüketildiğinde performansı iyileştirme üzerinde aynı etkileri tetiklediğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, spor performansını iyileştirme amacı ile tüketilen kafein takviyesi için “ideal” zaman, kullanılan doza ve zamana (antrenman seanslarından önce, sırasında veya sonrasında) bağlı olabilmektedir. Ek olarak kafein, gıda tüketimi (örneğin kahve, çay ve enerji içecekleri), sakız, ağız çalkalama suları ve aerosol gibi alternatif alım biçimleri yolu ile de alınabilmektedir. Bu vakaların bazılarında, egzersiz öncesi/sırasında alım süresi için özel öneriler bulunmaktadır. Tüm öneriler, kan dolaşımındaki kafeinin alınma sürelerine dayanmaktadır (Martins ve ark., 2020).

Gün İçinde Alınan Saat ve Kafein

Antrenman zamanına bağlı fiziksel performanstaki iyileşme, çeşitli egzersiz türlerinde saptanmıştır. Çalışmalar, sirkadiyen döngünün günlük varyasyonları nedeni ile anaerobik ve aerobik aktivitelerin 16:00-20:00 saatleri arasında daha iyi verim sağlayabileceğini göstermektedir (O’Callaghan ve ark., 2018; Martins ve ark., 2020).

Kafein ve Yoksunluk/Çekilme Etkileri

Kafeinle ilgili tüm çalışmalarda kafein yoksunluğu etkileri de bulunmaktadır. Çekilme, performans testlerinden önceki zamanlarda kafein kısıtlama protokolleri aracılığı ile gerçekleşmektedir. Kafein kısıtlama süresi birçok çalışmada 6 saatten 10 güne kadar kaynak gıdadan yoksun bırakılarak değişmektedir. Aışkın kullanıcılar kafein yoksunluğu, baş ağrısı atakları, artan uyku hali, yorgunluk, depresyon, sinirlilik ve azalmış uyanıklık, mide bulantısı gibi semptomlar ortaya çıkarabilmektedir. Bu yan etkiler, kontrol bireylerinin (plasebo grubu) performansını etkilemekte ve kafein uygulamasını tabii iyileşme boyutunun tam olarak anlaşılmasını engellerebilmektedir (Martins ve ark., 2020).

Juliano ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, katılımcılara kafein ve kafein içermeyen kahveler verilmiştir. Her koşul için, katılımcılar, 24 saat boyunca Kahve Yoksunluğu Belirti Anketi ve Kahveye Duyulan Ani/Aşırı İstek için kendi bildirdikleri ölçümlere uygun olarak standart bir anket doldurmuşlar ve daha yüksek puanların kafein tüketiminin

beklenen yokluğuyla ilişkili olduğunu açıklamışlardır. Çalışmanın sonucunda kafeinsiz kahve verilen katılımcılar, çekilmeden 45 dakika ve 8 saat sonra kafein tüketenlere göre daha fazla kafein isteği bildirmişlerdir. Geri çekilme semptomları veya bilişsel performans üzerinde herhangi bir beklenti etkisi görülmemiştir.

Kafein yoksunluğunun fiziksel performansı olumsuz yönde etkileyip etkilemeyeceği belirsizdir. Bu nedenle, kafeinin egzersiz performansını artırmadaki etkinliği hakkında ciddi sorulardan kaçınmak için gelecekteki araştırmalara odaklanmalıdır (James ve Rogers, 2005; Lorenzo-Calvo ve ark., 2021).

Sonuç

Yapılan çalışmalar incelendiğinde kahvenin bilişsel, duyuşsal ve fiziksel olumlu etkilerinin içeriğindeki kafein ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Kafein vücutta meydana getirdiği biyokimyasal mekanizmalar sonucunda birçok metabolik hastalık üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalarda kafein tüketiminin sporcularda adenoizin reseptörlerini inhibe ederek performansı arttırdığı saptanmıştır. Ek olarak kafeinin obezlerde lipolizi sağlayarak kilo yönetimine katkı sağladığı belirtilmiştir. Son yıllarda kafeinin bu etkileri üzerine çalışmaların artmasına rağmen kafein kullanımının insanlar üzerindeki çalışmalarını yetersizdir ve gelecekte kafein kullanımının etkilerinin daha iyi anlaşılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

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.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akça, F., Aras, D., Arslan, E. (2018). Kafein, etki mekanizmaları ve fiziksel performansa etkileri. *Spormetre*, 16(1), 1-12.

https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000336

Anonim (2021). Beginners guide to the types of coffee beans and roasts. Retrieved from <https://thegeekybarista.com/>:

<https://thegeekybarista.com/types-coffee-beans-roasts/> (accessed 10.10.2022).

Bayraktar, F., Taşkıran, A. (2019). Kafein tüketimi ve atletik performans. *Journal of Health and Sport Sciences*, 2(2), 24-33.

Bell, D.G., McLellan, T.M. (2002). Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1227-1234. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00187.2002>

Bertrand, B., Guyot, B., Anthony, F., Lashermes, P. (2003). Impact of the *Coffea canephora* gene introgression on beverage quality of *C. arabica*. *Theoretical and Applied Genetics*, 107(3), 387-394. <https://doi.org/10.1007/s00122-003-1203-6>

Bolignano, D., Coppolino, G., Barilla, A., Campo, S., Criseo, M., Tripodo, D., Buemi, M. (2007). Caffeine and the kidney: what evidence right now? *Journal of Renal Nutrition*, 17(4), 225-234. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2007.02.006>

Buzdağlı, Y., Tekin, A., Şıktar, E., Eskici, G. (2021). Effect of caffeine on exercise performance: Current Review. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 23(1), 86-101.

Camfield, D.A., Stough, C., Farrimond, J., Scholey, A.B. (2014). Acute effects of tea constituents L-theanine, caffeine, and epigallocatechin gallate on cognitive function and mood: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 72(8), 507-522. <https://doi.org/10.1111/nure.12120>

Cano-Marquina, A., Tarín, J.J., Cano, A. (2013). The impact of coffee on health. *Maturitas*, 75(1), 7-21. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.002>

De Castro, R.D., Marraccini, P. (2006). Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18, 175-199. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100013>

dePaula, J., Farah, A. (2019). Caffeine consumption through coffee: Content in the beverage, metabolism, health benefits and risks. *Beverages*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.3390/beverages5020037>

Duangjai, A., Nuengchamnon, N., Suphrom, N., Trisat, K., Limpeanchob, N., Saokaew, S. (2018). Potential of coffee fruit extract and quinic acid on adipogenesis and lipolysis in 3T3-L1 adipocytes. *Kobe Journal of Medical Sciences*, 64(3), 84-92.

EFSA (2015). Scientific opinion on the safety of caffeine. Retrieved from <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4102> (accessed 19.10.2022).

Esquivel, P., Jimenez, V.M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food research international*, 46(2), 488-495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>

Farag, M.A., von Bergen, M., Saleh, B.M., Homsy, M.N., Abd El-Al, M.S. (2021). How do green and black coffee brews and bioactive interaction with gut microbiome affect its health outcomes? Mining evidence from mechanistic studies, metagenomics and clinical trials. *Trends in Food Science and Technology*, 118, 920-937. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.004>

Faudone, G., Arifi, S., Merk, D. (2021). The medicinal chemistry of caffeine. *Journal of Medicinal Chemistry*, 64(11), 7156-7178. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.1c00261>

Fisone, G., Borgkvist, A., Usiello, A. (2004). Caffeine as a psychomotor stimulant: Mechanism of action. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 61, 857-872. <https://doi.org/10.1007/s00018-003-3269-3>

Girginol, C.R. (2017). Kahve: Topraktan Fincana. Türkiye: Cinius Yayınları, s. 21. ISBN: 9786053235682

Gomes, L.C., Bianchi, F.J.J.A., Cardoso, I.M., Fernandes, R.B.A., Fernandes Filho, E.I., Schulte, R.P.O. (2020). Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 294, 106858. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106858>

Haile, M., Kang, W.H. (2019). Isolation, identification, and characterization of pectinolytic yeasts for starter culture in coffee fermentation. *Microorganisms*, 7(10), 401. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7100401>

Harpaz, E., Tamir, S., Weinstein, A., Weinstein, Y. (2017). The effect of caffeine on energy balance. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 28(1), 1-10.

<https://doi.org/10.1515/jbcpp-2016-0090>

Heckman, M.A., Weil, J., De Mejia, E.G. (2010). Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of Food Science*, 75(3), R77-R87.

<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01561.x>

Hawke, T.J., Allen, D.G., Lindinger, M.I. (2000). Paraxanthine, a caffeine metabolite, dose dependently increases $[Ca^{2+}]_i$ in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 89(6), 2312-2317.

<https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.6.2312>

Jahanfar, S., Jaafar, S.H. (2015). Effects of restricted caffeine intake by mother on fetal, neonatal and pregnancy outcomes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), 1-20.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD006965.pub4>

James, J.E., Rogers, P.J. (2005). Effects of caffeine on performance and mood: withdrawal reversal is the most plausible explanation. *Psychopharmacology*, 182(1), 1-8.

<https://doi.org/10.1007/s00213-005-0084-6>

Jamieson, R.W. (2001). The essence of commodification: Caffeine dependencies in the early modern world. *Journal of Social History*, 35(2), 269-294.

<https://doi.org/10.1353/jsh.2001.0125>

Jessen, A., Buemann, B., Toubro, S., Skovgaard, I.M., Astrup, A. (2005). The appetite-suppressant effect of nicotine is enhanced by caffeine. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 7(4), 327-333.

<https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2004.00389.x>

Juliano, L.M., Griffiths, R.R. (2004). A critical review of caffeine withdrawal: Empirical validation of symptoms and signs, incidence, severity, and associated features. *Psychopharmacology*, 176(1), 1-29.

<https://doi.org/10.1007/s00213-004-2000-x>

Juliano, L.M., Evatt, D.P., Richards, B.D., Griffiths, R.R. (2012). Characterization of individuals seeking treatment for caffeine dependence. *Psychology of Addictive Behaviors*, 26(4), 948.

<https://doi.org/10.1037/a0027246>

Juliano, L.M., Kardel, P.G., Harrell, P.T., Muench, C., Edwards, K.C. (2019). Investigating the role of expectancy

in caffeine withdrawal using the balanced placebo design. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 34(2), 2692.

<https://doi.org/10.1002/hup.2692>

Kamimori, G.H., Karyekar, C.S., Otterstetter, R., Cox, D.S., Balkin, T.J., Belenky, G.L., Eddington, N.D. (2002). The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. *International Journal of Pharmaceutics*, 234(1-2), 159-167.

[https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(01\)00958-9](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(01)00958-9)

Karayigit, R. (2022). Kafeinli kahvenin fiziksel ve bilişsel performans üzerine etkisi. İstanbul: Efe Akademi Yayınları, s.12, ISBN: 9786057140678

Korekar, G., Kumar, A., Ugale, C. (2020). Occurrence, fate, persistence and remediation of caffeine: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(28), 34715-34733.

<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06998-8>

Lashermes P., Andrade A.C., Etienne H. (2008). Genomics of Coffee, One of the World's Largest Traded Commodities. In *Genomics of Tropical Crop Plants*: Moore P.H., Ray, M. Ed.; Springer (Etats-Unis): New York, pp. 203-226, ISBN: 9780387712185

https://doi.org/10.1007/978-0-387-71219-2_9

Lelyana, R. (2017). Underlying mechanism of coffee as inhibitor adipogenesis for complementary medicine use in obesity. *Journal of Nanomedicine and Nanotechnology*, 8(1), 2-3.

Lorenzo-Calvo, J., Fei, X., Domínguez, R., Pareja-Galeano, H. (2021). Caffeine and cognitive functions in sports: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(3), 868.

<https://doi.org/10.3390/nu13030868>

Magkos, F., Kavouras, S.A. (2005). Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(7-8), 535-562.

<https://doi.org/10.1080/1040-830491379245>

Martinez, H.E.P., Clemente, J.M., Lacerda, J.S.D., Neves, Y.P., Pedrosa, A.W. (2014). Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. *Revista Ceres*, 61, 838-848.

<https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000009>

Martins, G.L., Guilherme, J.P.L.F., Ferreira, L.H.B., de Souza-Junior, T.P., Lancha Jr, A.H. (2020). Caffeine and exercise performance: Possible directions for definitive findings. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 574854. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.574854>

Mateos, R., García-Cordero, J., Bravo-Clemente, L., Sarría, B. (2022). Evaluation of novel nutraceuticals based on the combination of oat beta-glucans and a green coffee phenolic extract to combat obesity and its comorbidities. A randomized, dose-response, parallel trial. *Food and Function*, 13(2), 574-586. <https://doi.org/10.1039/D1FO02272E>

Morais, S.A.L.D., Aquino, F.J.T.D., Nascimento, E.A.D., Oliveira, G.S.D., Chang, R., Santos, N.C.D., Rosa, G.M. (2008). Bioactive compounds, acids groups and antioxidant activity analysis of arabic coffee (*Coffea arabica*) and its defective beans from the Brazilian savannah submitted to different roasting degrees. *Food Science and Technology*, 28, 198-207. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500031>

Nehlig, A. (2018). Interindividual differences in caffeine metabolism and factors driving caffeine consumption. *Pharmacological Reviews*, 70(2), 384-411. <https://doi.org/10.1124/pr.117.014407>

NCBI (2022). PubChem Compound Summary for CID 2519, Caffeine. Retrieved from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Caffeine> (accessed 19.10.2022).

Nordestgaard, A.T., Thomsen, M., Nordestgaard, B.G. (2015). Coffee intake and risk of obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes: A Mendelian randomization study. *International Journal of Epidemiology*, 44(2), 551-565. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv083>

O'Callaghan, F., Muurlink, O., Reid, N. (2018). Effects of caffeine on sleep quality and day time functioning. *Risk Management and Healthcare Policy*, 11, 263-271. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S156404>

Pinheiro, P.F., Pinheiro, C.A., Osório, V.M., Pereira, L.L. (2021). Chemical constituents of coffee. In *Quality Determinants In Coffee Production*: Louzada Pereira, L., Rizzo Moreira, T. Ed.; Food Engineering Series, Springer, Cham, pp. 209-254. ISBN: 9783030544379 https://doi.org/10.1007/978-3-030-54437-9_5

Pohanka, M. (2022). Role of caffeine in the age-related neurodegenerative diseases: A review. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 22(21), 2726-2735. <https://doi.org/10.2174/1389557522666220413103529>

Purkiewicz, A., Pietrzak-Fiećko, R., Sorgel, F., Kinzig, M. (2022). Caffeine, paraxanthine, theophylline, and theobromine content in human milk. *Nutrients*, 14(11), 2196. <https://doi.org/10.3390/nu14112196>

Qi, H., Li, S. (2014). Dose-response meta-analysis on coffee, tea and caffeine consumption with risk of Parkinson's disease. *Geriatrics and Gerontology International*, 14(2), 430-439. <https://doi.org/10.1111/ggi.12123>

Rashidinejad, A., Tarhan, O., Rezaei, A., Capanoglu, E., Boostani, S., Khoshnoudi-Nia, S., Jafari, S.M. (2022). Addition of milk to coffee beverages; The effect on functional, nutritional, and sensorial properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(22), 6132-6152. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1897516>

Renda, G., De Caterina, R. (2020). Caffeine. In *Principles of Nutrigenetics and Nutrigenomics*; De Caterina, R., Martinez, A. J., Kohlmeier, M., Ed.; Academic Press, pp. 335-340. ISBN: 9780128045725 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804572-5.00045-8>

Ribeiro, J.S., Ferreira, M.M., Salva, T.J.G. (2011). Chemometric models for the quantitative descriptive sensory analysis of Arabica coffee beverages using near infrared spectroscopy. *Talanta*, 83(5), 1352-1358. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.11.001>

Sınar, D.S., Acar, N.E., Yıldırım, İ. (2019). Kafein ve obezite. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 10-20. <https://doi.org/10.32706/tusbid.542906>

Singh, H., Singh, H., Latief, U., Tung, G.K., Shahtaghi, N.R., Sahajpal, N.S., Jain, S.K. (2022). Myopia, its prevalence, current therapeutic strategy and recent developments: A Review. *Indian Journal of Ophthalmology*, 70(8), 2788-2799. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2415_21

Sovrlić, M., Mrkalić, E., Jelić, R., Čendić Serafinović, M., Stojanović, S., Prodanović, N., Tomović, J. (2022). Effect of caffeine and flavonoids on the binding of tigecycline to human serum albumin: A spectroscopic study and molecular docking. *Pharmaceuticals*, 15(3), 266.

<https://doi.org/10.3390/ph15030266>

Smith, A.P. (2005). Caffeine at work. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 20(6), 441-445.
<https://doi.org/10.1002/hup.705>

Spiller, G.A. (2019a). Basic metabolism and physiological effects of the methylxanthines. In Caffeine; Spiller, G.A., Ed.; CRC press: U.K., pp. 225-231. ISBN: 9780849326479
<https://doi.org/10.1201/9780429126789-10>

Spiller, M.A. (2019b). The chemical components of coffee. In Caffeine; Spiller, G.A., Ed.; CRC press: U.K., pp. 97-116. ISBN: 9780849326479
<https://doi.org/10.1201/9780429126789-6>

Statista (2020/21). Global coffee consumption. 2020/21. Retrieved from
<https://www.statista.com/statistics/263311/worldwide-production-of-coffee/> (accessed 19.10.2022).

van Dam, R.M., Hu, F.B., Willett, W.C. (2020). Coffee, caffeine, and health. *The New England Journal of Medicine*, 383, 369-378.
<https://doi.org/10.1056/NEJMra1816604>

Vieira, H.D. (2008). Coffee: The plant and its cultivation. In Plant-parasitic Nematodes of Coffee: Souza, R.M. Ed.; Springer, Dordrecht, pp. 3-18. ISBN: 9781402087202
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8720-2_1

Welsh, E.J., Bara, A., Barley, E., Cates, C.J. (2010). Caffeine for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1).
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD001112.pub2>

WHO (2013). WHO model list of essential medicines: 18th list, April 2013. Retrieved from
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/93142/?sequence=1>
(accessed 12.10.2022).

WHO (2021). Obesity and overweight. Retrieved from
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 24.11.2022).

Wink, M. (2016). Alkaloids: Toxicology and health effect. In Encyclopedia of Food and Health: Caballero, B., Finglas, P., Toldrá, F. Ed.; Oxford: Academic Press, pp. 109-112, ISBN: 9780123849472

Wood, S., Sage, J.R., Shuman, T., Anagnostaras, S.G. (2014). Psychostimulants and cognition: A continuum of behavioral and cognitive activation. *Pharmacological Reviews*, 66(1), 193-221.
<https://doi.org/10.1124/pr.112.007054>

Xu, M., L. Yang, Y. Zhu, M. Liao, L. Chu, X. Li, L. Lin, G. Zheng. (2019). Collaborative effects of chlorogenic acid and caffeine on lipid metabolism via the AMPK α -LXR α /SREBP-1c pathway in high-fat diet-induced obese mice. *Food and Function*, 10 (11), 7489-7497.
<https://doi.org/10.1039/C9FO00502A>

Zain, M.Z.M., Baba, A.S., Shori, A.B. (2018). Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *Journal of King Saud University-Science*, 30(2), 278-282.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.12.003>

Zhang, B., Liu, Y., Wang, X., Deng, Y., Zheng, X. (2020). Cognition and brain activation in response to various doses of caffeine: A near-infrared spectroscopy study. *Frontiers in Psychology*, (11), 1393.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01393>

Zhu, X., Yang, L., Xu, F., Lin, L., Zheng, G. (2017). Combination therapy with catechins and caffeine inhibits fat accumulation in 3T3-L1 cells. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 13(2), 688-694.
<https://doi.org/10.3892/etm.2016.3975>

Zhu, M.Z., Zhou, F., Ouyang, J., Wang, Q.Y., Li, Y.L., Wu, J.L., Liu, Z.H. (2021). Combined use of epigallocatechin-3-gallate (EGCG) and caffeine in low doses exhibits marked anti-obesity synergy through regulation of gut microbiota and bile acid metabolism. *Food and Function*, 12(9), 4105-4116.
<https://doi.org/10.1039/D0FO01768J>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Additives
Moisture Life Food Chemistry
Pastorization Antioxidant
Sugar HACCP Processing Health
Control Spoilage Packaging Hygiene Safety
Dietary Microbiology Water Sensory
Meat Omega-3 Milk Technology
Supplement Fruit Antimicrobial Grain
Onion Bread Starch

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 \(DOAJ\)](#).

All authors submitting their works to the "FOOD and HEALTH" journal for publication as original articles attest that the submitted works represent their authors' contributions and have not been copied or plagiarized in whole or in part from other works. The authors acknowledge that they have disclosed all and any actual or potential conflicts of interest with their work or partial benefits associated with it. In the same manner, the "FOOD and HEALTH" journal is committed to objective and fair double-blind peer-review of the submitted for publication works and to prevent any actual or potential conflict of interests between the editorial and review personnel and the reviewed material.

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 of the website contents will be available without logging but no peer review comments can be posted on the website without the disclosure of the reviewer's identity to the journal editors.

Publication Decisions

The editor of the "FOOD AND HEALTH" journals is responsible for deciding which of the articles submitted to the journal should be published. The editor may be guided by the policies of the journal's editorial board and constrained by such legal requirements as shall then be in force regarding libel, copyright infringement, and plagiarism. The editor may confer with other editors or reviewers in making this decision.

Fair Play

An editor at any time evaluates manuscripts for their intellectual content without regarding race, gender, sexual ori-

entation, religious belief, ethnic origin, citizenship, or political philosophy of the authors.

Confidentiality

The editor and any editorial staff must not disclose any information about a submitted manuscript to anyone other than the corresponding author, reviewers, potential reviewers, other editorial advisers, and the publisher, as appropriate.

Disclosure and Conflicts of Interest

Unpublished materials disclosed in a submitted manuscript must not be used in an editor's own research without the express written consent of the author.

Research Ethics

An approval of research protocols by the Ethics Committee in accordance with international agreements (World Medical Association Declaration of Helsinki "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects," amended in October 2013, www.wma.net) is required for experimental, clinical, and drug studies. If required, ethics committee reports or an equivalent official document will be requested from the authors.

For manuscripts concerning experimental research on humans, a statement should be included that shows the written informed consent of patients and volunteers was obtained following a detailed explanation of the procedures that they may undergo. Information on patient consent, the name of the ethics committee, and the ethics committee approval number should also be stated in the Materials and Methods section of the manuscript. It is the author's responsibility to carefully protect the patients' anonymity. For photographs that may reveal the identity of the patients, signed releases of the patient or of their legal representative should be enclosed.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

“FOOD and HEALTH” journal requires experimental research studies on vertebrates or any regulated invertebrates to comply with relevant institutional, national, and/or international guidelines. The journal supports the principles of the Basel Declaration (<https://animalresearchtomorrow.org/en>) and the guidelines published by the International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS) (<https://iclas.org/>). Authors are advised to clearly state their compliance with relevant guidelines.

“FOOD and HEALTH” journal advises authors to comply with the [IUCN Policy Statement on Research Involving Species at Risk of Extinction and the Convention on the Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora for research involving plants](#).

Plagiarism

Submitted manuscripts that pass preflight are scanned for plagiarism using iThenticate software. Authors will be notified if plagiarism/self-plagiarism is detected. Editors can resubmit the article for any peer review or similarity check during production, if necessary. High similarity scores can cause an article to be rejected before or even after it is accepted. Depending on the type of article and the percentage of similarity scores from each article, the overall similarity score is generally expected to be less than 20%.

Double-Blind Referee Evaluation

After the plagiarism check, the editors evaluate the appropriate ones in terms of originality, methodology, the importance of the subject, and suitability to the journal's scope. The editor directs the submitted articles to a fair double-blind peer review (submits the articles that comply with official rules to at least two national/international referees for evaluation)

and gives approval by managing the processes for publication after they are modified by the authors in accordance with the referees' rules.

Open Access Statement

The journal is an open-access journal and all its content is freely available to the user or institution. Users are permitted to read, download, copy, print, and search or link the full texts of articles in this journal without prior permission from the publisher or author. This conforms to the [Budapest Open Access Initiative](#) (BOAI)'s definition of open access.

Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

Article Processing Fee

All journal processes are free of charge. No article processing, submission, or publication fee is charged for submitted or accepted articles.

Copyright Notice

Authors publishing with the journal retain copyright to their work licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), and Publisher retains the exclusive right to publish the work. The CC BY 4.0 license permits unlimited distribution and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

The copyright of any open-access article in the "FOOD and HEALTH" journal published on the "ScientificWebJournals" web portal hosted by "DergiPark" belongs to the author(s).

Author's Responsibilities

Reporting Standards

Authors should present an accurate account of the work performed as well as an objective discussion of the significance of the reports of original research. Underlying data should be represented accurately in the paper. The Manuscript should contain sufficient detail and references to permit others to replicate the work. Fraudulent or knowingly inaccurate statements constitute unethical behavior and are unacceptable.

Data Access and Retention

Authors are asked to provide the raw data in connection with a paper for editorial review and should be prepared to provide public access to such data (consistent with the [ALPSP-STM Statement on Data and Databases](#)).

Originality and Plagiarism

The authors should ensure that they have written entirely original works, and if the authors have used the work and/or words of others that should be appropriately cited or quoted.

By submitting articles to "FOOD and HEALTH" journal, the author attests to the following:

- Proper reference is provided for all contents extracted from other sources
- Strong action will be taken against cases of plagiarism
- All the papers submitted have to pass through an initial screening and will be checked through the Advanced Plagiarism Detection Software (iThenticate, etc.).

Multiple, Redundant or Concurrent Publication

An author should not publish manuscripts describing essentially the same research in more than one journal or primary publication. Submitting the same manuscript to more than one journal concurrently constitutes unethical publishing behavior and is unacceptable.

Acknowledgment of Sources

Proper acknowledgment of the work of others must always be given. Authors should cite publications that have been influential in determining the nature of the reported work.

Authorship of the Paper

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made significant contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the research project, they should be acknowledged or listed as contributors.

The corresponding author should ensure that all appropriate co-authors and no inappropriate co-authors are included on the paper and that all co-authors have seen and approved the final version of the paper and have agreed to its submission for publication.

Hazards and Human or Animal Subjects

If the work involves chemicals, procedures or equipment that have any unusual hazards inherent in their use, the author must clearly identify these in the manuscript.

Disclosure and Conflicts of Interest

All authors should disclose in their manuscript any financial or other substantive conflicts of interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript. All sources of financial support for the project should be disclosed.

Fundamental Errors in Published Works

When an author discovers a significant error or inaccuracy in his/her own published work, it is the author's obligation to promptly notify the journal editor or publisher and cooperate with the editor to retract or correct the paper.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Responsibility for the Editor and Reviewers

General duties and responsibilities of the editor;

- Actively seek the views of authors, readers, reviewers, and editorial board members about ways of improving their journal's processes
- Encourage and be aware of research into peer review and 'journalology' and reassess journal processes in the light of new findings
- Work to persuade their publishers to provide them with appropriate resources, guidance from experts (e.g. designers, lawyers) and adequate training to perform their role in a professional manner and raise the quality of their journal
- Support initiatives designed to reduce academic misconduct
- Support initiatives to educate researchers about publication ethics
- Assess the effects of their journal policies on author and reviewer behavior and revise policies, as required, to encourage responsible behavior and discourage misconduct
- Ensure that any press releases issued by the journal reflect the message of the reported article and put it into context

Duties of Reviewers;

Contribution to Editorial Decisions: Peer review assists the editor in making editorial decisions and through the editorial communications with the author may also assist the author in improving the paper.

Promptness: Any selected referee who feels unqualified to review the research reported in a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

Confidentiality: Any manuscripts received for review must be treated as confidential documents. They must not be shown to or discussed with others except as authorized by the editor.

Standards of Objectivity: Reviews should be conducted objectively. Personal criticism of the author is inappropriate. Referees should express their views clearly with supporting arguments.

Acknowledgment of Sources: Reviewers should identify relevant published work that has not been cited by the authors. Any statement that an observation, derivation, or argument had been previously reported should be accompanied by the relevant citation. A reviewer should also call to the editor's attention any substantial similarity or overlap between the manuscript under consideration and any other published paper of which they have personal knowledge.

Disclosure and Conflict of Interest: Privileged information or ideas obtained through peer review must be kept confidential and not used for personal advantage. Reviewers should not consider articles in which there are conflicts of interest arising from competition, cooperation, or other relationships or affiliations with any of the authors, companies, or institutions affiliated with the articles and should withdraw from the peer review process.

Rules that Authors Must Follow in Submitting Articles

All submissions are screened by similarity detection software. The similarity rate in the articles to be sent to the journal should be below 20%.

In the event of alleged or suspected research misconduct, e.g., plagiarism, citation manipulation, and data falsification/ fabrication, the Editorial Board will follow and act in accordance with [COPE](#) guidelines.

Each individual listed as an author should fulfill the authorship criteria recommended by the [ICMJE](#). The ICMJE recommends that authorship be based on the following 4 criteria:

1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work;
2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content;
3. Final approval of the version to be published;

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

In addition to being accountable for the parts of the work he/she has done, an author should be able to identify which co-authors are responsible for specific parts of the work. In addition, authors should have confidence in the integrity of the contributions of their co-authors.

All those designated as authors should meet all four criteria for authorship, and all who meet the four criteria should be identified as authors. Those who do not meet all four criteria should be acknowledged on the title page of the manuscript.

“FOOD and HEALTH” journal requires corresponding authors to submit a signed and scanned version of the copyright transfer, ethics, and authorship contribution form (available for download at

<https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>)

during the initial submission process in order to act appropriately on authorship rights and to prevent ghost or honorary authorship. If the editorial board suspects a case of “gift authorship,” the submission will be rejected without further review. As part of the submission of the manuscript, the corresponding author should also send a short statement declaring that he/she accepts to undertake all the responsibility for authorship during the submission and review stages of the manuscript.

“FOOD and HEALTH” journal requires and encourages the authors and the individuals involved in the evaluation process of submitted manuscripts to disclose any existing or potential conflicts of interest, including financial, consultant, and institutional, that might lead to potential bias or a conflict of interest. Any financial grants or other support received for a submitted study from individuals or institutions should be disclosed to the Editorial Board. To disclose a potential conflict of interest, the [ICMJE](#) Potential Conflict of Interest Disclosure Form should be filled in and submitted by all contributing authors. Cases of a potential conflict of

interest of the editors, authors, or reviewers are resolved by the journal’s Editorial Board within the scope of [COPE](#) and [ICMJE](#) guidelines.

When using previously published content, including figures, tables, or any other material in both print and electronic formats, authors must obtain permission from the copyright holder. Legal, financial and criminal liabilities in this regard belong to the author(s).

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the “FOOD and HEALTH” journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the editors, the editorial board, or the publisher disclaim any responsibility or liability for such materials. The final responsibility in regard to the published content rests with the authors.

Manuscript Preparation

Manuscripts can only be submitted through the journal’s online manuscript submission and evaluation system, available at

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

Manuscripts submitted to the journal will first go through a technical evaluation process where the editorial office staff will ensure that the manuscript has been prepared and submitted in accordance with the journal’s guidelines. Submissions that do not conform to the journal’s guidelines will be returned to the submitting author with technical correction requests.

Authors are required to submit the following forms during the initial submission.

- Copyright Transfer, Ethic, Authorship Contribution Forms (one pdf file available from <https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>)
- ICMJE Potential Conflict of Interest Disclosure Form (should be filled in by all contributing authors) Download this form from <http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/> fill and save. Send this to the journal with your other files.

FOOD and HEALTH



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), normally 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 organizations 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 approval of the ethics committee, and the authors may argue that they do not need the approval of their work. In such situations, we consult COPE's "Guidance for Editors: Research, Audit and Service Evaluations" document and evaluate the study at the editorial board and decide whether or not it needs approval.
- **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 given in the main text)

Manuscript Types

Original Articles: This is the most important type of article since it provides new information based on original research. **The main text should contain "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion", "Conclusion", "Compliance with Ethical Standard" and "References" sections.**

Statistical analysis to support conclusions is usually necessary. Statistical analyses must be conducted in accordance with international statistical reporting standards. Information on statistical analyses should be provided with a separate subheading under the Materials and Methods section and the statistical software that was used during the process must be specified.

Units should be prepared in accordance with the International System of Units (SI).

Review Articles: Reviews prepared by authors who have 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. These authors may even be invited by the journal. Reviews should describe, discuss, and evaluate the current level of knowledge of a topic in research 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 parts of a previously published article. Articles on subjects within the scope of the journal that might attract the readers' attention, particularly educative cases, may also be submitted in the form of a "Short Communication" Readers can also present their comments on the published manuscripts in the form of a "**Short Communication**". The main text

FOOD and HEALTH



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

should contain “Introduction”, “Materials and Methods”, “Results and Discussion”, “Conclusion”, “Compliance with Ethical Standard” and “References” sections.

Table 1. Limitations for each manuscript type

Type of manuscript	Page	Abstract word limit	Reference limit
Original Article	≤25	180	40
Review Article	no limits	180	60
Short Communication	≤5	150	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 used in the tables should be defined below the tables 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 they should be 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 be supporting the main text.

Figures and Figure Legends

Figures, graphics, and photographs should be submitted in main document WORD files (in JPEG or PNG format) through the submission system. 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 main 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, 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 they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text.

Limitations, drawbacks, and shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

References

Reference System is APA 6th 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 date of publication must always appear, and these items must match exactly the corresponding entry in the references list. The third kind of information, the page 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., Ertaş, 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>

A book in print

Harrigan, W.F. (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, pp. 308. ISBN: 9780123260437

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

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 main 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 2 days of their receipt of the proof.