

E-ISSN 2602-2834

Vol. 7 Issue 4

2021

FOOD

and

HEALTH

<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA Temperature
Vegetables Seafood Vitamin Additives
Toxins Quality Food Chemistry
Moisture Life Antioxidant Grain
Pastorization Packaging Processing Food Safety
Sugar Control Spoilage HA CCr Packaging Processing Food Safety
Dietary Fiber Sensory Science Nutrition
Meat Omega-3 Milk Safety Milk Safety
Supplement Omega-3 Supplement

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 [Free-Photos](#) 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, Istanbul-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, Istanbul-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, Istanbul-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 © 2021 ScientificWebJournals Web Portal

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

E-mail: swj@scientificwebjournals.com

for submission instructions, subscription and all other information visit

<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Antioxidant
Moisture V/Amin
Pastorization Food Chemistry
Sugar Sulfite
Control Microbiology
Dietary Microbiology
HAACP
Packaging Processing Food
Water Nutrition
Sensory
Meat Omega-3
Salt
Milk Safety
Antimicrobial
Omega-3 health
Bread Storage
Supplement

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Aims and Scope

FOOD and HEALTH

Abbreviation: FOOD HEALTH

e-ISSN: 2602-2834

Journal published in one volume of four issues per year by

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

“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 journal.

Manuscripts submitted to "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 target audience of the journal 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), 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>.

OPEN  ACCESS

Editor in Chief: Prof. Nuray ERKAN

Address: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Food Safety, Ordu Cad.

No: 8, 34134 Fatih/Istanbul, Türkiye

E-mail: nurerkan@istanbul.edu.tr

Vol. 7 Issue 4 Page 242-328 (2021)

Content

RESEARCH ARTICLES

- 1. Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods / 242-250**
Nezahat OLCAY Mine ASLAN Mustafa Kürşat DEMİR Nilgün ERTAŞ
- 2. Determination of hygienic status of refrigerators surface / 242-250**
Gamze DÜVEN Gülten GÜNDÜZ Duygu KIŞLA
- 3. Kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların bazı kimyasal ve mikrobiyal özellikleri üzerine depolamanın etkisi / 259-271**
Hatice Neval ÖZBEK Aysel ELİK Melis SEVER Şakire Ecem BULUT Derya KOÇAK YANIK Ali Coşkun DALGIÇ Ferruh ERDOĞDU Fahrettin GÖĞÜŞ
- 4. İstanbul' da satışa sunulan keklerde yer fıstığı kalıntısının araştırılması / 272-278**
Ayşe Seray ÇETİN Hilal ÇOLAK Hamparsun HAMPIKYAN
- 5. The combined supplementation of omega-3 fatty acids and probiotics decreased the levels of serum polyamines in experimental colitis / 279-285**
Havvanur YOLDAŞ İLKTAÇ Nihal BÜYÜKUSLU Cüneyd PARLAYAN

REVIEW ARTICLES

- 6. Importance of Functional Nutrition Components on New Coronavirus Disease (Covid-19) and Other Viral Communicable Diseases / 286-299**
Sarhan MOHAMMED Nilgün ÖZDEMİR Ahmet ÇON
- 7. Safranın (Crocus sativus L.) özellikleri, tarihçesi ve gıdalarda kullanımı üzerine bir araştırma / 300-310**
Çiğdem MUŞTU
- 8. Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları / 311-328**
İlkay GÖK

Introduction

Purple carrot (*Daucus carota* L.) is an important root vegetable in human nutrition and mostly grown in Turkey. The purple carrots have a strong antioxidant activity due to anthocyanin content (17.4 to 45.4 g/kg in dry matter) (Türkyılmaz et al., 2012). Phenolic components and anthocyanin rich purple carrot also has beneficial effects on health-promotion or disease prevention. Moreover, the carrot has different important biological properties such as antioxidants, anticarcinogen, immunoenhancer, antidiabetic, anti-hypertensive cholesterol and cardiovascular diseases lowering effects (Yerima et al., 2019).

Cereal products have valuable protein and carbohydrate content, although they are lack of antioxidant compounds compared to fruit and vegetables. Researchers have focus on formulation of cereal products by fruit-vegetable powders. Fruit-vegetables have a short shelf life due to high water content, thus they are generally dried for a long shelf life. Drying is one of the most important and common food preservation technique. Various drying methods are applied for dehydration of water in products as microwave drying, hot-air drying and vacuum drying for dehydration of water in products (Jangam, 2011).

Hot-air drying is a common and low cost application when compared to other drying methods. However, hot-air drying has some disadvantages including longer drying time, undesirable physical, chemical, structural properties and higher nutritional loss and these features causes to decrease quality and consumer acceptability of end product (Di Scala and Crapiste, 2008; Arslan and Özcan, 2011; Chen et al., 2016). On the other hand, microwave drying has some advantages as a shorter drying period and low energy consumption, and also some disadvantages like irregular heating, possible textural damage and high investment costs (Zhang et al., 2006; Işık and Izlin, 2014). Vacuum drying enhances the mass transfer due to the increased pressure gradient in the product. Vacuum drying is supplied several properties such as better product color and protections of vitamin, lower process temperatures and energy (Pere and Rodier, 2002; Methakhup et al., 2005; Alibaş, 2009).

New functional food formulations which have ingredients with high phenolic content and antioxidant activity have attention increasingly. Thus, the aim of this study was to determine the chemical composition, physical and sensory properties of cake products containing purple carrot powders dried by different methods. Also, it was aimed to determine PCP applications as a potential ingredient in the development of new food products.

Materials and Methods

Materials

Wheat flour, whole egg, sugar, all-purpose shortening, skimmed milk powder, baking powder and purple carrot were purchased from local markets in Konya, Turkey.

Drying of Purple Carrot

Firstly, the purple carrots were washed, peeled and sliced with the size of 2 mm. For the hot-air drying method, samples were dried in a hot air oven (KD 200, Nüve, Turkey) at 50°C for 22 h. For the microwave drying method, samples were dried in a microwave oven (LG SolarDOM, MP-9485, Seoul, South Korea) at 360 W for 40 min. For the vacuum drying method, samples were dried in a vacuum oven (JSR, JSVO-60T, Gongju, South Korea) at 50°C for 10 h. The dried purple carrots were ground and sieved with 500 µm sieve to obtain purple carrot powder (PCP).

Cake Production

Cake production was carried out with slight modification according to the method of Rahmati and Tehrani (2014). Control cake sample prepared with 100 g flour, 50 g shortening, 75 g sugar, 60 g egg, 70 ml milk, 0.2 g salt, 3 g baking powder, 1 g vanilla, 0.5 g DATEM (diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides and diglycerides) and 0.5 g xanthan gum. Other cake samples were made by replacing wheat flour with PCP (HPC, MPC and VPC) at 0, 5, 10, 15 and 20% ratio. Firstly, egg and sugar were whipped to a cream in a Hobart mixer (Hobart N50, Canada Inc., North York, Ontario, Canada). Then, other ingredients were added and mixed. 130 grams of cake batter were placed into baking pans with 7.5×6.6×12 cm dimensions, and baked at 160±2°C for 50 min in an oven (BEKO MF6, Turkey). Finally, baked cake samples were removed from the pan and left for one-hour cooling. Cake samples were packaged and stored at room temperature (22 ±2°C) until analyses.

Cake Batter Analyses

Cake batter pH was measured with a suspension obtained from 10 g dough with 90 mL distilled water for 1 min using a digital pH meter (WTW pH315i/set). Cake batter density was calculated by dividing the weight of a standard measure of the batter by the weight of an equal volume of water (Jyotsna et al., 2007).

Physical Analysis

Color values (L^* (lightness/darkness), a^* (redness/greenness) and b^* (yellowness/ blueness)) of PCP and cake samples were determined by Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta,

Sensing, Inc., Osaka, Japan). Chroma (SI) ($SI = \sqrt{a^*^2 + b^*^2}$) and hue angle ($H = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) of cake samples were calculated from a^* and b^* . The weight of cake samples was measured by weighing the one hour cooled cakes at room temperature. Symmetry, volume and uniformity indexes were calculated according to the AACC 10-91 method (AACC, 1990). Firmness and springiness of cake samples were measured by a texture analyzer instrument (TA-XT plus, Stable Microsystems, UK) at room temperature, and was used an aluminum P36/R cylinder as the probe. The optimal test conditions in this study were: strain was 25%, and the pre-test, test and post-test speeds were 1.0, 1.0 and 10.0 mm/s, respectively. Cake samples were packaged in polyethylene bags and stored at room conditions ($22 \pm 2^\circ\text{C}$, $45\% \pm 10$ RH) during storage.

Chemical Analysis

Moisture (AACC 44-01), protein (AACC 46-12), fat (AACC 30-10) contents of different purple carrot powders and cake samples were analyzed according to the standard methods of AACC (1990). For total phenolic content and antioxidant activity, 4 g sample was extracted with 20 mL acidified (1% HCl) methanol/water solution (80:10, v/v) at 24°C for 2.5 h. Sample: extraction solution mixture was shaken in water bath at room temperature ($24 \pm 1^\circ\text{C}$) for 2.5 hours. After extraction, the samples were centrifuged at 3,000 rpm for 10 min (Gao et al., 2002; Beta et al., 2005). Total phenolic content was determined spectrophotometrically using the Folin-Ciocalteu method and the results were reported as g/kg gallic acid equivalents (GAE) of sample on a dry matter basis. Antioxidant activity analysis was carried out according to the DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) method (Gyamfi et al., 1999; Beta et al., 2005). This results were determined by the following equation;

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{[(\text{Absorbance of control} - \text{Absorbance of sample}) / \text{Absorbance of control}] \times 100}{1}$$

Sensory Analysis

Color, odor, taste, appearance, pore structure, chewiness and overall acceptability of cake samples were evaluated by 10 panelists of 25–30 age. The cake samples were randomly named with different numerical codes. Panelists have evaluated the samples with a scale from 1 (dislike extremely) to 7 (like extremely).

Statistical Analysis

For the statistical analysis, the JMP statistical program, version 10.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) was used. The average of the main variation sources was compared at $p < 0.05$ level.

Results and Discussion

Physical and Chemical Properties of Purple Carrot Powders

Color values and some chemical properties of wheat flour and PCP dried with different drying methods are demonstrated in Table 1. L^* values of PCP changed between 41.46 (for VPC) and 48.22 (for HPC). As expected, the highest L^* value was found in wheat flour, while hot air drying had the most positive effect on the L^* value of PCP. The a^* and b^* values of PCP depending on drying methods were found to be statistically different. The a^* value of wheat flour was found to be significantly lower than those of PCP, while the b^* value was higher. Chroma and hue angle values of PCP in all drying methods found higher than wheat flour. Regarding the drying methods used, higher chroma values obtained with HPC, while higher hue angle values found with VPC. De Pilli et al. (2014) investigated the effect of microwave and hot air drying on pasta samples and reported that microwave dried samples had higher hue angle and lower chroma values against hot air dried ones. It was reported that high values of hue angle and low values of chroma value were related to the degradation of carotenoids.

It was determined that the crude ash content of PCP was higher than wheat flour. The highest crude ash content was determined in HPC. The crude fat content of wheat flour was significantly higher than PCP. All drying methods provided similar crude fat contents in PCP samples. No significant differences occurred in the crude protein content of the wheat flour and PCP ($p > 0.05$). The total phenolic content of the hot air dried and microwave dried samples were found to be statistically similar. As expected, the TPC of purple carrots was significantly higher than wheat flour. The antioxidant activity of PCP ranged between 63.68% (for HPC) and 85.87% (for VPC). As expected, the antioxidant activity of PCP was determined to be much higher than that of wheat flour.

Some Properties of Cake Batters

Some properties of cake batters are shown in Table 2. Higher substitution rates led to lower pH values in cake batters. Zardnowski et al. (2010) reported that black carrot has 14.80 mg/100 g vitamin C content in dry matter. The pH values of cake batters produced with VPC were found to be higher than the batters produced with HPC and WPC. The weights of cake batters produced with VPC were found to be higher than others. The utilization of HPC has resulted in significantly lower density (1.04 g/cm^3). It was found that there was a linear relationship between the substitution rate, weight and density. Increased substitution rates resulted in increased weight and density. Sharoba et al. (2013) mentioned that the

addition of dietary fiber sources like carrot pomace to wheat flour to produced cake increased the water holding capacity. Increased weight and density could see as a result of increased water holding capacity. Consistent with these results,

Salehi et al. (2015) and Majzoobi et al. (2016) reported that increase of density value and decrease of pH value with high replacement ratio of carrot powder, respectively.

Table 1. Color values and chemical properties of wheat flour and purple carrot powders dried by different methods

	Wheat Flour	HPC	MPC	VPC
<i>Color values</i>				
<i>L*</i>	95.31±0.01a	48.22±0.09b	43.32±0.11c	41.46±0.02d
<i>a*</i>	-0.30±0.01c	16.32±0.11a	14.48±0.01b	14.53±0.28b
<i>b*</i>	10.26±0.01a	-1.68±0.10d	-0.57±0.01c	1.66±0.04b
<i>Chroma</i>	10.26±0.01c	16.40±0.12a	14.50±0.01b	14.62±0.28b
<i>Hue Angle</i>	-88.30±0.04d	-5.88±0.31c	-2.25±0.05b	6.54±0.26a
Moisture (%)	11.46±0.05a	5.83±0.10c	4.22±0.23d	7.02±0.28b
Ash (%)	0.62±0.01d	11.04±0.04a	8.60±0.01b	8.18±0.08c
Crude Fat (%)	1.18±0.02a	0.75±0.11b	0.72±0.04b	0.71±0.02b
Crude Protein (%)	11.20±0.12a	11.33±0.31a	10.94±0.25a	11.29±0.37a
TPC ¹ (g GAE/kg)	25.57±0.35c	279.10±0.70a	276.39±3.13a	263.36±1.39b
Antioxidant activity (%)	15.72±0.12d	63.68±0.43c	76.74±0.03b	85.87±0.01a

Results are expressed as mean value ± s.d. Different superscripted lowercase letters in the same column denote significant differences according to the Tukey HSD test ($p < 0.05$). HPC: Purple carrot powder dried by hot air drying, MPC: Purple carrot powder dried by microwave drying, VPC: Purple carrot powder dried by vacuum drying. 1: Total Polyphenolic Content.

Table 2. Some properties of cake batters substituted with purple carrot powders

	Weight (g)	Density (g/mL)	pH
<i>Drying Method</i>			
HPC	107.51±0.49b	1.04±0.03b	6.91±0.04b
MPC	107.60±0.28b	1.47±0.04a	6.89±0.05b
VPC	108.32±0.37a	1.46±0.03a	7.01±0.03a
<i>Substitution Rate</i>			
0	106.85±0.35d	1.02±0.02c	7.04±0.09a
5	107.05±0.49d	1.39±0.03ab	6.96±0.04b
10	107.80±0.14c	1.40±0.05ab	6.92±0.03bc
15	108.40±0.52b	1.38±0.03b	6.87±0.01c
20	108.95±0.40a	1.43±0.04a	6.90±0.02bc

Results are showed separate effects of drying methods and substitution rates of purple carrot powders which were added based on the wheat flour used (% (by mass), dry basis). Results are expressed as mean value ± s.d. Different superscripted lowercase letters in the same column denote significant differences according to the Student's test ($p < 0.05$).

Physical Properties of Cake Samples

Crust and crumb color values of cake samples substituted with HPC, MPC and VPC are given in Table 3. Among drying methods, L^* values of cake crumbs substituted with HPC were positively affected by the drying method used. In the MPC added cake samples, a^* values were lower and b^* values were higher than other samples ($p < 0.05$). L^* and b^* values of cake crumbs decreased, while a^* values increased with the increasing substitution rate of PCP. Similar results were observed by Yılmaz and Pekmez (2020) in bread samples incorporated with black carrot flour. Lower chroma and higher hue angle values were obtained with increased PCP substitution rates in cakes crumbs. It is probably due to the degradation of carotenoids (De Pilli et al., 2014).

There were no significant differences in L^* values of cake crusts related to drying methods used ($p > 0.05$). The highest a^* and b^* values were determined in the cake crusts with substitution of VPC ($p < 0.05$). All color parameters (L^* , a^* and b^*) of cake crusts were negatively affected by the increasing substitution rate. These results may be due to own color of PCP. It is known that crust color was basically determined by Maillard reactions between amino acids and reducing sugars, and by caramelization reactions of sugars (Gómez et al., 2011). Therefore, negative effects in crusts colors can be seen related to factors that affect such reactions as the pH of the batter. The pH values affect the amount of unprotonated amino acids and so inception stage of the Maillard reaction (Lertittikul et al., 2007; Gómez et al., 2011). Increase in substitution rate negatively affected the chroma and hue angle values of cake crusts.

Physical properties of cake samples prepared with HPC, MPC and VPC are given in Table 4. Firmness values of cakes substituted with MPC were highest on the first day of storage ($p < 0.05$). On the 3rd day, it was seen that HPC had more negative effect than other samples on firmness values. Increasing substitution rate of PCP led to an increase in firmness values for both the first and third days. Hosseini Ghaboos et al. (2018) stated that firmness properties of cake production have changed as depending on the density of cake batter, and also cake texture characterization related to both the end-cake weight and the end-cake volume characterization. Also, Sharoba et al. (2013) who found that carrot pomace replacement led to an increase of firmness in cake samples, mentioned that thickening of the crumb cells surrounding the air spaces and molecular entanglements between fiber and gluten proteins led to higher firmness values. Similar results were observed by Hosseini Ghaboos et al. (2018) for sponge cake incorporation with pumpkin flour. MPC substitution had the most

negative effect on the springiness values of cakes on the first day ($p < 0.05$). This result can be due to the low moisture content of MPC (Table 1). Springiness values of all samples regardless of drying methods were negatively affected and decreased up to 3rd day. In a study, springiness values of cake samples substituted with infrared-hot air dried carrot powder were decreased with an increased replacement ratio of cake flour (Salehi et al., 2015).

It was only substitution rate showed a significant effect on the volume index of cakes. Salehi et al. (2015) found that the volume value of sponge cake samples affected negatively with increased carrot powder ratio. The highest symmetry index found in samples produced with VPC (22.10 mm) and the lowest with MPC (16.05 mm). Similar to the volume index results, the symmetry indexes of cakes decreased with the increasing substitutions of PCP. No significant differences according to the drying method or substitution rate occurred in the uniformity index of the cake samples ($p > 0.05$).

Chemical Properties of Cake Samples

The chemical compositions of cake samples are shown in Table 5. During the drying of purple carrots, it is intended to be dried to a similar moisture level ($< 10\%$) as much as possible. The moisture content of the cakes substituted with PCP depending on the substitution rate was found to be statistically similar. However, a slight by a significant difference between drying method was determined by Student's multiple comparison test. According to the results, the moisture content of samples dried with MPC was found to be significantly lower than those of HPC and VPC. This is a quite reasonable result owing to the fact that the moisture content of microwave dried purple carrots found lower than those of others (Table 1). The used drying methods were no significant influence on the crude ash contents of cake samples. But increased substitution rate was affected the crude ash content and resulted in an increase. Similar results were reported by Salehi et al. (2015) who investigated the usage potential of infrared-hot air-dried carrot in sponge cake. The crude fat content of samples had statistical differences depending on both drying methods and substitution rates. HPC substitution and increased rates had reducing effects on the crude fat content of samples. Uribe et al. (2019) who found that the crude fat content of vacuum-dried green seaweed was higher than the convection dried one reported that changes in fat content may be related to water loss. No significant differences determined in the crude protein content of cake samples regarding both drying methods and substitution rates ($p > 0.05$).

Table 3. Color values of purple carrot substituted cake samples produced by different drying methods and substitution rates

		Drying Method			Substitution Rate				
		HPC	MPC	VPC	0	5	10	15	20
Crumb	<i>L</i> *	44.88±0.09a	43.93±0.08b	44.17±0.29b	74.82±0.22a	45.12±0.03b	39.14±0.10c	32.45±0.09d	30.09±0.33e
	<i>a</i> *	5.25±0.13a	4.77±0.14b	5.20±0.28a	-2.07±0.03e	5.29±0.08d	6.96±0.41c	7.33±0.23b	7.85±0.18a
	<i>b</i> *	7.05±0.11b	7.74±0.12a	6.61±0.31c	28.14±0.11a	4.79±0.31b	1.85±0.11c	0.63±0.26d	0.25±0.12e
	Chroma	11.75±0.19a	11.50±0.21ab	11.47±0.30b	28.21±0.11a	7.18±0.27c	7.24±0.39c	7.37±0.22c	7.86±0.17b
	Hue Angle	-5.46±0.61b	-0.35±0.44a	-7.86±2.38c	-85.79±0.04e	41.25±1.39a	14.68±1.58b	5.16±1.86c	1.90±0.84d
Crust	<i>L</i> *	38.59±0.29a	38.49±0.39a	38.34±0.70a	40.36±0.43a	39.21±0.65b	39.23±0.43b	36.97±0.41c	36.58±0.37c
	<i>a</i> *	9.77±0.20c	10.88±0.16b	11.24±0.33a	12.36±0.60a	11.42±0.18b	10.36±0.01c	9.90±0.32d	9.10±0.03e
	<i>b</i> *	10.24±0.45c	12.98±0.27b	13.34±0.24a	16.32±0.46a	14.35±0.49b	12.16±0.20c	10.00±0.30d	8.11±0.14e
	Chroma	14.20±0.27c	16.99±0.13b	17.48±0.25a	20.48±0.01a	18.37±0.45b	16.00±0.15c	14.08±0.39d	12.20±0.07e
	Hue Angle	45.45±1.51b	48.83±0.87a	49.39±0.90a	52.86±2.12a	50.83±0.91b	49.12±0.54c	45.12±1.27d	41.51±0.62e

Results are showed separate effects of drying methods and substitution rates of purple carrot powders which were added based on the wheat flour used (% (by mass), dry basis). Results are expressed as mean value ± s.d. Different superscripted lowercase letters in the same column denote significant differences according to the Student's test ($p < 0.05$)

Table 4. Physical properties of purple carrot substituted cake samples produced by different drying methods and substitution rates

	Firmness (g) 1. day	Firmness (g) 3. day	Springiness (%) 1. day	Springiness (%) 3. day	VI ¹ (mm)	SI ² (mm)	UI ³
<i>Drying Method</i>							
HPC	359.89±10.24b	734.42±21.66a	52.13±0.80a	45.08±1.11a	146.80±2.55a	18.80±3.11ab	-1.00±4.67a
MPC	410.52±8.92a	709.98±31.12a	50.05±0.92b	44.36±0.60a	147.30±3.54a	16.05±4.03b	-1.15±4.45a
VPC	346.54±23.21b	586.25±22.78b	51.62±1.21a	45.19±0.88a	145.45±3.46a	22.10±1.84a	-2.30±5.94a
<i>Substitution Rate</i>							
0	355.62±16.15bc	703.46±15.66ab	55.04±1.63a	47.14±1.42a	153.75±3.89a	26.25±0.35a	-1.25±10.25a
5	339.77±10.42c	620.94±20.50d	52.74±0.40b	46.11±0.72ab	152.08±3.89a	19.92±2.71b	0.75±4.36a
10	364.43±16.00b	642.71±22.00cd	51.07±0.33c	44.91±0.90bc	150.08±2.71a	17.42±3.65bc	-4.25±4.60a
15	375.20±11.94b	680.23±37.06bc	49.27±1.07d	43.60±0.51cd	141.75±2.47b	16.75±2.24bc	-0.25±4.12a
20	426.57±16.43a	737.07±30.72a	48.22±1.46d	42.62±0.77d	134.92±2.95c	14.58±6.01c	-2.42±1.77a

Results are showed separate effects of drying methods and substitution rates of purple carrot powders which were added based on the wheat flour used (% (by mass), dry basis). Results are expressed as mean value ± s.d. Different superscripted lowercase letters in the same column denote significant differences according to the Student's test ($p < 0.05$). 1: Volume Index, 2: Symmetry Index, 3: Uniformity Index.

Table 5. Chemical composition of purple carrot substituted cake samples produced by different drying methods and substitution rates

	Moisture (%)	Ash (%)	Crude Fat (%)	Crude Protein (%)	TPC ¹ (g GAE/kg)	Antioxidant activity (%)
<i>Drying Method</i>						
HPC	24.80±0.89a	1.70±0.04a	16.80±0.60b	9.34±0.43a	63.05±3.83a	45.64±0.35c
MPC	22.88±1.52b	1.72±0.02a	18.59±0.12a	9.14±1.35a	52.97±5.98b	52.53±0.31b
VPC	23.29±1.76ab	1.73±0.02a	18.58±0.24a	9.21±0.15a	57.30±3.76b	57.99±0.42a
<i>Substitution Rate</i>						
0	24.14±2.58a	1.52±0.04e	18.27±0.17ab	9.24±0.06a	22.38±2.09e	24.26±0.10e
5	23.09±1.52a	1.61±0.02d	18.45±0.54a	9.42±0.58a	37.13±3.71d	36.82±0.24d
10	23.64±0.42a	1.72±0.01c	18.16±0.53ab	9.57±0.82a	57.22±5.22c	55.13±0.59c
15	23.30±1.77a	1.81±0.03b	17.72±0.25bc	9.00±0.68a	75.74±2.20b	68.25±0.42b
20	24.10±0.65a	1.93±0.04a	17.36±0.11c	8.92±1.07a	96.39±9.39a	75.78±0.45a

Results are showed separate effects of drying methods and substitution rates of purple carrot powders which were added based on the wheat flour used (% (by mass), dry basis). Results are expressed as mean value ± s.d. Different superscripted lowercase letters in the same column denote significant differences according to the Student's test ($p < 0.05$). 1: Total Polyphenolic Content.

The TPC of the cakes produced with MPC and VPC were found to be statistically similar. However, the TPC of samples produced with HPC was found to be significantly higher than others. According to the TPC results, the significant differences between all substitution rates were determined by the Student's multiple comparison test. The TPC of samples produced with the higher substitution rates were found to be significantly higher than those lower rates. The drying method used in PCP production significantly affected the antioxidant activity of cake samples. The highest antioxidant activity was found in samples produced with VPC (57.99%), while the lowest in samples produced with HPC (45.64%). As the TPC of samples produced with higher substitution rates were higher than the lower rates, the antioxidant activity was also found to be high. These results were in agreement with a previous study made by Yılmaz and Pekmez (2020)

who found that both TPC and antioxidant activity value increased significantly based on increased addition ratio of the purple carrot flour.

Sensory Evaluation

Sensory analysis results of cake samples are presented in Figure 1. Generally, all tested sensory factors of cake samples prepared using HPC were more appreciated by the panelist. Color, appearance and overall acceptability values of all cake samples were positively affected by high ratios of PCP regardless of the drying method used. Taste and odor scores of cake samples were increased with the higher ratios of MPC and VPC used, while decreased with HPC. Pore structure and chewiness scores of cakes produced with HPC were found higher than those of MPC and VPC. The utilization of HPC in cake formulations presented closer sensory scores to the control sample. 15% and 20% substitution rate of HPC and VPC increased the overall acceptability of cake samples.

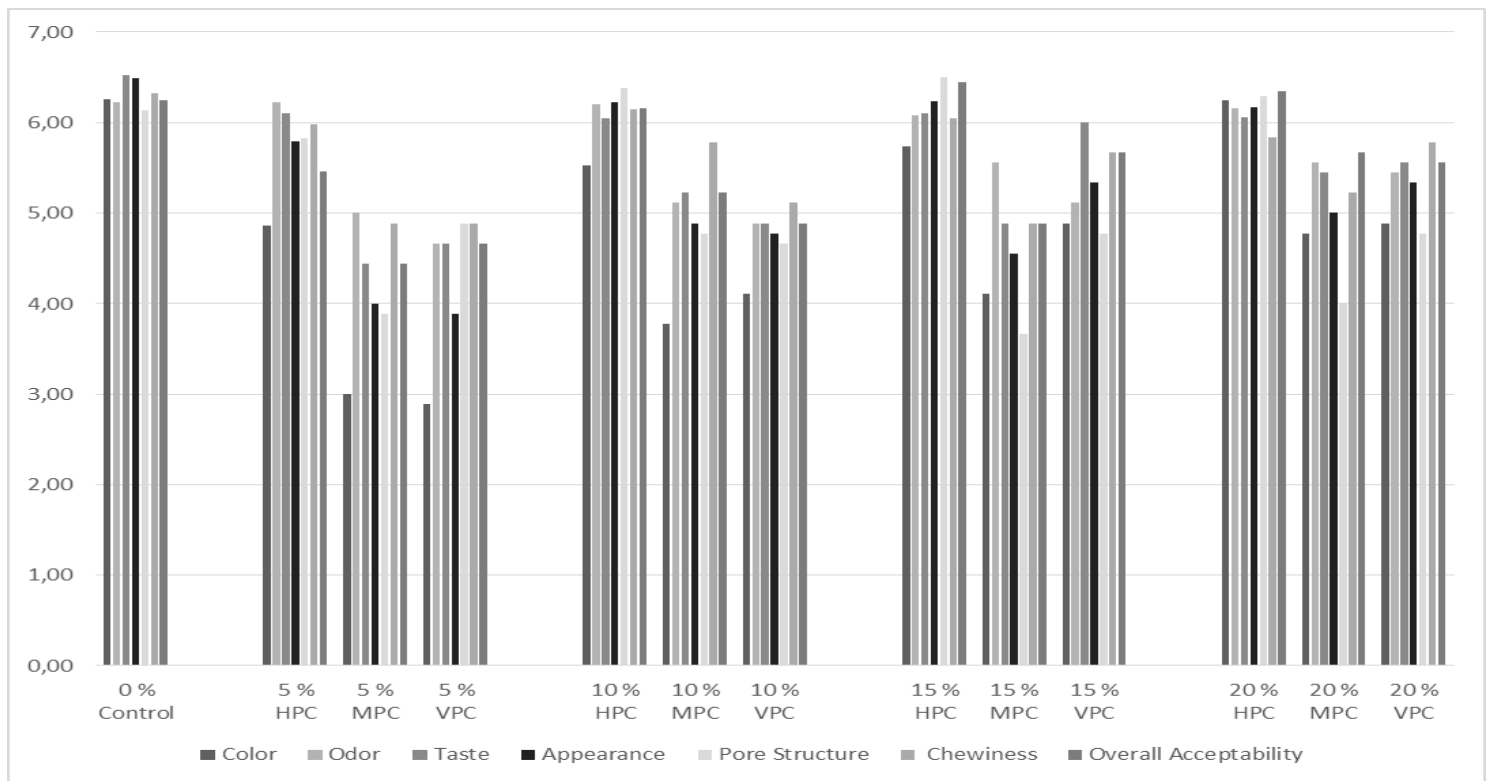


Figure 1. Sensory evaluation results of cakes substituted with purple carrot powder

Conclusion

The functional food market is increasingly growing due to enhanced customer interest. Therefore, it was aimed to utilize purple carrot powder obtained by different drying methods in cakes to develop a novel functional bakery product in this study. Obtained results showed that the nutritional characteristics of cake samples were significantly affected by both of the substitution rates and drying methods used of purple carrot powders. The total phenolic content and antioxidant capacity accordingly the functional properties of cakes were increased with increasing purple carrot powder rates. Also, the utilization of purple carrot powder in cakes resulted in higher preferences. In addition, microwave and vacuum drying may see as alternative methods to obtain purple carrot powder.

Compliance with Ethical Standard

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

Ethics committee approval: The authors declare that this study does not require ethical permission.

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

- Alibaş, I. (2009).** Microwave, vacuum, and air drying characteristics of collard leaves. *Drying Technology*, 27(11), 1266-1273.
<https://doi.org/10.1080/07373930903267773>
- AACC, American Association of Cereal Chemists, (1990).** Approved methods of the AACC, 11th ed., St. Paul, MN, USA.
- Arslan, D., Özcan, M.M. (2011).** Dehydration of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.): change in drying behavior, colour and antioxidant content. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 504-513.
<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.09.009>
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapirstein, H.D. (2005).** Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), 390-393.
<https://doi.org/10.1094/CC-82-0390>
- Chen, X., Li, X., Mao, X., Huang, H., Miao, J., Gao, W. (2016).** Study on the effects of different drying methods on physicochemical properties, structure, and in vitro digestibility of *Fritillaria thunbergii* Miq. (Zhebeimu) flours. *Food and Bioprocess Processing*, 98, 266-274.
<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.01.008>
- De Pilli, T., Giuliani, R., Derossi, A., Severini, C. (2014).** Development of Maillard reaction in pasta dried by microwaves. *Italian Journal of Food Safety*, 26(2), 183-189.
- Di Scala, K., Crapiste, G. (2008).** Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT – Food Science and Technology*, 41(5), 789-795.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.007>
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D., Mazza, G. (2002).** Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams. In P. Ng & C.W. Wrigley (Eds.), *Wheat quality Elucidation*. (p. 219-233). St. Paul, MN, USD: AACC International.
- Gómez, M., Ruiz, E., Oliete, B. (2011).** Effect of batter freezing conditions and resting time on cake quality. *LWT – Food Science and Technology*, 44(4), 911-916.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.037>
- Gyamfi, M.A., Yonamine, M., Aniya, Y. (1999).** Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *Vascular Pharmacology*, 32(6), 661-667.
[https://doi.org/10.1016/S0306-3623\(98\)00238-9](https://doi.org/10.1016/S0306-3623(98)00238-9)
- Hosseini Ghaboos, S.H., Seyedain Ardabili, S.M., Kashaninejad, M. (2018).** Physico-chemical, textural and sensory evaluation of sponge cake supplemented with pumpkin flour. *International Food Research Journal*, 25(2), 854-860.
- Işık, N.I.E., Izlin, N. (2014).** Effect of different drying methods on drying characteristics, colour and microstructure properties of mushroom. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(2), 105-116.
- Jangam, S.V. (2011).** An overview of recent developments and some R&D challenges related to drying of foods. *Drying Technology*, 29(12), 1343-1357.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2011.594378>
- Jyotsna, R., Sai Manohar, R., Indrani, D., Venkateswara Rao, G. (2007).** Effect of whey protein concentrate on the rheological and baking properties of eggless cake. *International Journal of Food Properties*, 10(3), 599-606.

<https://doi.org/10.1080/10942910601048986>

Lertittikul, W., Benjakul, S., Tanaka, M. (2007). Characteristics and antioxidative activity of Maillard reaction products from a porcine plasma protein–glucose model system as influenced by pH. *Food Chemistry*, 100(2), 669-677.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.085>

Majzoobi, M., Poor, Z.V., Jamalian, J., Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1369-1377.

<https://doi.org/10.1111/ijfs.13104>

Methakhup, S., Chiewchan, N., Devahastin, S. (2005). Effects of drying methods and conditions on drying kinetics and quality of Indian gooseberry flake. *LWT – Food Science and Technology*, 38(6), 579-587.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.012>

Pere, C., Rodier, E. (2002). Microwave vacuum drying of porous media: experimental study and qualitative considerations of internal transfers. *Chemical Engineering and Processing*, 41(5), 427-436.

[https://doi.org/10.1016/S0255-2701\(01\)00161-1](https://doi.org/10.1016/S0255-2701(01)00161-1)

Rahmati, N.F., Tehrani, M.M. (2014). Influence of different emulsifiers on characteristics of eggless cake containing soy milk: modeling of physical and sensory properties by mixture experimental design. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1697-1710.

<https://doi.org/10.1007/s13197-013-1253-y>

Salehi, F., Kashaninejad, M., Akbari, E., Sobhani, S.M., Asadi, F. (2015). Potential of sponge cake making using infrared–hot air dried carrot. *Journal of Texture Studies*, 47(1), 34-39.

<https://doi.org/10.1111/jtxs.12165>

Sharoba, A.M., Farrag, M.A., Abd El-Salam, A.M. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and

its quality attributes. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(4), 429-444.

<https://doi.org/10.21608/jfds.2013.72084>

Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M. (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent polymeric colour of black carrot (*Daucus carota* L.) juice. *Food Chemistry*, 134(2), 1052-1058.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.013>

Uribe, E., Vega-Gálvez, A., García, V., Pastén, A., López, J., Goñi, G. (2019). Effect of different drying rates on phytochemical content and amino acid and fatty acid profiles of the green seaweed, *Ulva spp.* *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 1967-1979.

<https://doi.org/10.1007/s10811-018-1686-9>

Yerima, S.M., Saurabh, C., Ibrahim, B., Shahid, K.M., Harshita, J., Nitin, N., Vikas, J. (2019). Herbal detox extract formulation from seven wonderful natural herbs: garlic, ginger, honey, carrots, aloe vera, dates, & corn. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 7(3), 22-30.

<https://doi.org/10.22270/ajprd.v7i3.485>

Yılmaz, B.B., Pekmez, H. (2020). Quality characteristics and antioxidant properties of bread incorporated by black carrot (*Daucus carota* ssp. sativus var. atropurpureus) fiber. *Gıda*, 45(2), 290-298.

<https://doi.org/10.15237/gida.GD19134>

Zadernowski, R., Pilat, B., Czaplicki, S., Ogródowska, D. (2010). Characteristics of the black carrot (*Daucus carota* ssp. sativus var. atropurpureus Alef.). *Polish Journal of Natural Sciences*, 25(4), 438-443.

<https://doi.org/10.2478/v10020-010-0040-8>

Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A.S., Wang, S. (2006). Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 17(10), 524-534.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.011>

Introduction

Today, consumers' expectations from the food industry are increasing day by day. Consumers are attentive and conscious recently, and they increase their selectivity in using materials in contact with foods such as packaging materials, storage boxes, and refrigerators' surfaces. Although cold storage is known as one of the oldest and commonly used food preservation methods, the sanitary condition of household refrigerators is also extremely important for public health all over the world (Ayaz Topçu et al., 2003). In Europe, 32.7% of outbreaks of foodborne illnesses occur due to improper practices and lack of hygiene during food preparation at home (EFSA, 2013).

The most recommended average operating temperature of refrigerators used for storing food in the cold is between 1 °C to 4 °C (WHO, 2001; FDA, 2014; FSA, 2015). This temperature range inhibits the growth of many microorganisms responsible for food spoilage and foodborne illnesses. However, many household refrigerators are incorrectly adjusted and operated above recommended temperature (Evans et al., 1991; Nauta et al., 2003; Rahman et al., 2005; Peck et al., 2006; Gilbert et al., 2007; Godwin et al., 2007; Vegara et al., 2014; James et al., 2016). So, the refrigerators become a secret habitat for mesophilic organisms such as *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. (Flynn, Blair, & McDowell, 1992; Johnson et al., 1998; V. Jackson et al., 2007). Even when correctly adjusted, psychrotroph pathogens, such as *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and *Aeromonas hydrophila*, can grow at refrigerator temperatures. Also, psychrotrophic bacteria (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, and *Alcaligenes*, etc.) and fungi belonging to the genus of *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium*, and *Botrytis* cause spoilage in food kept at refrigerator temperature. (Göktaş and Tunçel, 2010).

The other important issue about the refrigerator's temperature is its fluctuation behavior (James et al., 2016). Generally, the excessive frequent and long-time door opening cause decreasing the temperature performance of a household refrigerator. It was found that 17 out of 104 refrigerators were opened less than ten times a day, 39 refrigerators were opened 10-20 times a day, and 44 refrigerators more than 20 times a day. Also, the refrigerator temperatures were higher in refrigerators with a high frequency of door openings (Saidur et al., 2008).

The refrigerators are essential equipment to store foods. For the food safety, the hygienic status of this equipment plays a vital role, food residues may help the growth of microorganisms, and this makes the refrigerators to be a secret habitat for

microorganisms (Ilg et al., 2011). Many people think that microorganisms cannot survive in the refrigerator, but this is a misconception. *Listeria innocua* was found in one refrigerator's inner wall of the vegetable compartment out of 60 refrigerators (Dieuleveux, Collobert, Dorey, & Guix, 2005; Cattellani et al., 2014). In Ireland, several foodborne pathogens such as *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and *Yersinia enterocolitica* was isolated varying in number from 2% to 40% of the refrigerators sampled (Bolton et al., 2005; Cattellani et al., 2014).

Also, many people do not often implement the good hygienic practices (GHPs) rigorously despite having some knowledge of hygiene in the handling and cold storage of the food (Cattellani et al., 2014). It was shown in a study that only 16 % of refrigerator users clean their refrigerators once a month or more frequently; 51.1 % of users clean twice or four times in a year and 5.6% of users do not clean their refrigerators (Ilg et al., 2011). Considering that houses are also a small food factory, GHP is very important and necessary for food safety and hygiene.

It should be paid attention to the hygiene of the refrigerators to the adequate temperature control and thorough and to the regular cleaning of household refrigerators for the safety and long period storage of foods. Notably, the interior surfaces of household refrigerators are at risk of becoming contaminated with foodborne pathogens, increasing the chances of cross-contamination to other food items, including higher risk ready-to-eat foods.

As a result, the household refrigerators are a notable element in terms of prevention of food spoilage, food poisoning, and lack of GHPs in the domestic kitchen.

In Turkey, detailed investigations on the hygienic status of the household refrigerators have never been conducted to date. This research aims to fill this gap in knowledge.

Materials and Methods

Refrigerator Selection

The refrigerator samples were investigated in 3 groups, including housewives', students' and workers' refrigerators, and each group includes ten refrigerators. Thirty different refrigerators' shelf and side surfaces were sampled by the swab method in 2-month periods in full eight months. Totally 120 shelf and 120 side surface samples were collected for this study. The samples were transported to the laboratory in a cold box in a maximum time of 2 h and were analyzed immediately after their arrival.

Sample Collection

Sterile paper template (with 5x5 cm² middle space) was placed aseptically on the refrigerator surface (Figure 1). Samples were taken from two different shelves and two different sides (opposite inner walls) surfaces of refrigerators by the swab method. Sterile swab sticks were wetted by % 0.1 sterile PW before sampling. Swab sticks containing two different shelf samples from the same refrigerator were transferred 10 ml sterile peptone water and swab sticks containing two different side samples from the same refrigerator were transferred 10 ml sterile PW.

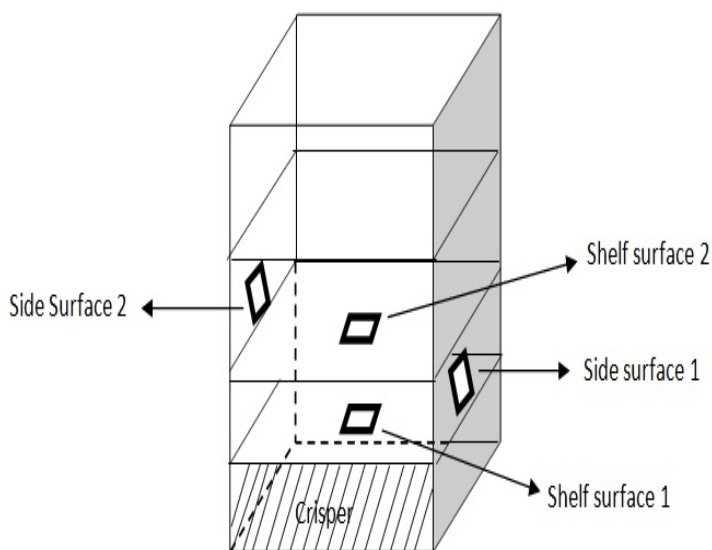


Figure 1. Side and shelf surface samples taken from refrigerators

Microbiological Analysis

The tubes containing samples were vortexed for 30 seconds. Decimal solutions were prepared from the samples. For total psychrotrophic bacteria count, the pour plate method was used in PCA and incubated at 7°C for ten days (AOAC, 1984). CCA was used for the determination of coliform count by the spread plate method. After incubation at 37°C for 24-48 hours, salmon to red colour colonies were counted as coliform colonies. *E.coli* is selected from other coliforms by creating a dark blue-violet colour colony. The indole test was performed for the dark blue-violet colonies on CCA, and positive results of the indole test were counted as *E.coli* (Halkman ve Sağdaş, 2011).

Statistical Analyses

Statistical analyses were performed with IBM SPSS Statistics 20 software (USA). Independent samples t-test was performed to determine the significance between the refrigerator and significance levels as $p < 0.05$.

Results and Discussion

Total Psychrotrophic Bacteria Count (TPBC)

There is no unique microbiological criterion to assess refrigerator surfaces' sanitation program and efficiency. The inner surface of domestic refrigerators can be linked to the work surface in the food industry. The criteria for the hygienic status of devices and equipment surfaces in a food plant reported by Harrigan et al. (1998) were used in the study (Table1). Based on the criteria listed in Table1, we evaluated the surface samples of refrigerators, as summarized in Table2.

TPBC were found as less than 5 CFU/cm² in 30 samples (75.0 %), 5-25 CFU/cm² in 6 samples (15.0 %), greater than 25 CFU/cm² in 4 samples (10.0%) from housewives' refrigerators shelf surfaces. TPBC were observed less than 5 CFU/cm² in 38 samples (95.0 %), greater than 25 CFU/cm² in 2 samples (5.0%) from students' refrigerators shelf surfaces. TPBC were detected as less than 5 CFU/cm² in 38 of 40 samples (95.0 %), as 5-25 CFU/cm² in 1 out of 40 samples (2.5%), as more than 25 CFU/cm² 1 out of 40 samples (2.5%) (Table 2).

Forty (100.0 %) housewives side surface samples counting results were determined as less than 5 CFU/cm² TPBC. The students' refrigerators side surface samples were as less than 5 CFU/cm² in 39 samples (97.5 %), 5-25 CFU/cm² in a sample (2.5%) (Table 2). TPBC was detected as less than 5 CFU/cm² in 40 (100.0 %) workers' side surface samples.

These results show that shelf surfaces are more contaminated than the side surfaces of refrigerators. There was no significant difference between students' and workers' refrigerators shelf surface's sanitation program and efficiency level when they were compared to each other ($p > 0.05$). Moreover, the housewives' shelf surface samples observed the most contaminated surface samples ($p < 0.05$).

However, students' refrigerators side surface's sanitation program and efficiency were found to be significantly different from housewives', and workers' refrigerators side surface's one ($p < 0.05$). According to statistical analyses, no significant difference between housewives' and workers' refrigerators side surface's sanitation program and efficiency level was observed ($p > 0.05$).

Table 1. Criteria for assessing the total viable count on devices and equipment surfaces (Harrigan, 1998).

Total Viable Counts (CFU/ cm ²)	Assessment
<5	Sanitation programs and efficiency is sufficient
5-25	Sanitation programs and efficiency should be examined (Reviewable)
>25	Sanitation programs and efficiency is insufficient

The number of coliforms: Equipment used for food transport and delivery and container is put on thermal processing food must have less than 10 number of bacteria per 100 cm². Any coliform per 100 cm² is ideal.

Table 2. Sanitation programs and efficiency assessment of the refrigerator's samples for total psychrotroph count according to Harrigan, 1998.

Samples		Number of total samples	Number of samples below limit of detection	Number of samples		
				Sufficient (<5 cfu/cm ²)	Reviewable (5-25 cfu/cm ²)	Insufficient (>25 cfu/cm ²)
Shelves ¹ surfaces	Housewives'	40	23	30 ^b	6 ^b	4 ^b
	Students'	40	34	38 ^a	0 ^a	2 ^a
	Workers'	40	35	38 ^a	1 ^a	1 ^a
Side ² surfaces	Housewives'	40	40	40 ^A	0 ^A	0 ^A
	Students'	40	38	39 ^B	1 ^B	0 ^A
	Workers'	40	38	40 ^A	0 ^A	0 ^A

^{1,2} Shelves surfaces and side surfaces are different groups. Different letters in columns within the same group are statistically different ($p < 0.05$).

Hygienic status of housewives' refrigerators was observed the more contaminated one than other samples. This situation could be that the housewives' use refrigerators more often than students' and workers' in a day, and it causes excessive air circulation and temperature fluctuations in refrigerators. Another reason could be the housewives' incorrect habits in refrigerators cleaning. Similarly, Ateş et al. (1986) indicated that homemakers made improper applications, especially in food preparation, cooking, and the thawing stage (Ayaz Topçu et al., 2003). As Carpentier et al. (2012) reported that consumers should avoid condensation resulting from temperature fluctuation and clean food residues as soon as possible to achieve clean and hygienic refrigerator surfaces. In a study performed in Greece, the temperature pattern in the refrigerators was investigated, and it was found that 55 % of the 136 domestic and 32 % of the 228 retail store refrigerators had temperatures of greater than or equal to 9°C (Sergelidis et al., 1997). In another study performed in Portugal, 71% were operating at a temperature higher than 6.1°C, 87% were cleaned only monthly or less frequently, and only 8% were cleaned with appropriate and particular cleaning products available in supermarkets. It was determined that %35 attendants stored vegetables and %28 attendants stored fermented meat without packaging in their refrigerator (Azevedo et al., 2005). It is clear from the published data that many domestic refrigerators working temperatures throughout the world are higher

than the recommended temperature (0 to 8 °C or meanly 4 °C) (James et al., 2016).

Moreover, householders are unaware of their refrigerator operating temperature and the recommended (Duric et al., 2013; James et al., 2016). As seen in these studies, the inside temperature of refrigerators depends on the usage frequency of refrigerators. These temperature fluctuations and inadequate hygiene practices promote microorganisms' growth in the refrigerator surfaces, which is already contaminated in different ways.

It was shown that refrigerators' shelf surfaces require a more effective sanitation program than side surfaces of refrigerators. It was reported that refrigerator surfaces could be contaminated from a variety of sources such as direct contact with food, the hands of the consumers, air or contaminated dishcloths, leaking packages, unclean container surfaces, unwashed raw foods (Toule and Murphy, 1978; Enriquez et al., 1997; Gorman et al., 2002; De Jong et al., 2008; Ilg et al., 2011; Macias-Rodriguez et al., 2013). Vegetables and fruits have high microbial loads because they are often directly in contact with soil. Therefore, vegetables and fruits can easily contaminate the refrigerators' surface if they stored unwashed and unpackaged (Jackson et al., 2007; Jeon et al., 2013). For that reason, food storage without packaging and unwashed in a refrigerator is an incorrect application (Macias-Rodriguez et al., 2013).

Catellani et al. (2014) investigated microbial contamination levels of domestic refrigerators in Italy. They analyzed 293 domestic refrigerators of students and workers. Sponge bags sampled two internal surfaces for each refrigerator. Slightly above 50% of the samples' total viable count was greater than 1 log CFU/cm². The number of microorganisms at the refrigerator's bottom surface was significantly higher than at the side surface. Mould counts were greater than 1 log CFU/cm² in 86 samples (61 bottom samples and 25 side surface samples). Yeast counts were determined as ≥ 2.5 log CFU/cm² in 28 samples. *Pseudomonas* spp. (>10 CFU/cm²) in 77 samples, *Aeromonas* spp. (>10 CFU/cm²) in 26 samples, *Bacillus cereus* in 18 samples, coagulase-positive staphylococci in 13 samples, *Salmonella* spp. in 8 samples were found. *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* were never observed in the study. The results show that refrigerator surfaces, especially shelves surfaces, could be a secret habitat for microorganisms. So, it is essential to clean the household refrigerator regularly and using appropriate disinfection procedures.

Total Coliform Bacteria Count (TCBC)

TCBC were found as 2 CFU/cm² in a housewives' refrigerators shelf surface sample. These coliform bacteria were determined as *E.coli* by Indole test. No coliform bacteria were observed other shelf and side surface samples of refrigerators except two students' refrigerators side surface sample. In one of these two samples, eight CFU/cm² coliform bacteria were detected. The Indol test of the coliform bacteria was negative. In the other students' refrigerators side sample, 3.26×10^2

CFU/cm² coliform bacteria were detected, and these coliform bacteria were found as susceptible to be *E.coli* (Table 3).

According to Table 1, equipment used for food transport and delivery and container is put on thermal processing food must have less than 10 number of bacteria per 100 cm². Any coliform per 100 cm² is ideal. Therefore, 1 out of 40 housewives' refrigerators shelf surface sample samples and 2 out of 40 students' refrigerators shelf surface sample samples hygienic status could be evaluated as "insufficient."

In our study, students' refrigerators were more contaminated with coliform bacteria than housewives' and workers' refrigerators. It could be said that samples in which their sanitation program and efficiency were found to be "insufficient" to coliform bacteria also count their sanitation program, and efficiency was found insufficient for psychotropic bacteria count. In a study in Iran, the contamination level of *Listeria* spp. in household refrigerators were determined. For this purpose, 180 refrigerators in student accommodations and private houses were sampled by swab, and their temperature was measured before sampling. *L.monocytogenes* was present in a student's refrigerator. *L.innocua* was also isolated from two refrigerators. In general, students are careless about their refrigerator cleaning, and they put foods unwrapped in a refrigerator. These careless and wrong practices could cause increasing in microbial load on the surface of the refrigerator. The students' refrigerators' temperature was also observed higher than private houses' refrigerators (Maktabi et al., 2013).

Table 3. Sanitation programs and efficiency assessment of the refrigerator's samples for total coliform count according to Harrigan (1998).

Samples		Number of total samples	Number of samples below limit of detection	Number of samples	
				Sufficient (<0.1 cfu/cm ²)	Insufficient (≥ 0.1 cfu/cm ²)
Shelves ¹ surfaces	Housewives'	40	39	39 ^a	1 ^a
	Students'	40	38	38 ^b	2 ^b
	Workers'	40	40	40 ^a	0 ^a
Side ² surfaces	Housewives'	40	40	40 ^A	0 ^A
	Students'	40	40	40 ^A	0 ^A
	Workers'	40	40	40 ^A	0 ^A

^{1,2} Shelves surfaces and side surfaces are different groups. Different letters in columns within the same group are statistically different ($p < 0.05$).

In a study performed in Ireland, the number of significant food-borne pathogens and the general hygienic status (as estimated by total viable counts (TVCs) and total coliform counts (TCCs)) on the inner surfaces (base, shelves, and sides) of domestic refrigerators was investigated. *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., and *Escherichia coli* O157: H7 was not observed from any refrigerators, but *Staphylococcus aureus* was determined 6.4%, *Listeria monocytogenes*, and *E. coli* as 1.2% and *Yersinia enterocolitica* as 0.6 % of refrigerators. TVCs were ranged from 2.91 log CFU/cm² to 8.78 log CFU/cm² and TTCs were ranged from 0.045 log CFU/cm² to 5.96 log CFU/cm². It shows consumer refrigerator management and hygiene's inferior standards and poses risks to consumer health (Jackson et al. (2007). Macias-Rodriguez et al. (2013) stated that the mean of coliform counts on refrigerator surfaces was similar to those reported in other studies such as Kennedy et al. (2005) and Jackson et al. (2007). Coliform contamination in refrigerators could be increased by storing contaminated foods, especially with soil (such as vegetables and fruits) and by poor cleaning frequency of food, by contact with unclean hands of consumers or improper practices in the kitchen (James et al., 2016).

Conclusion

In conclusion, our investigation has allowed us to ascertain that:

1. the applied sanitation program to refrigerators is not enough especially for housewives' and students' refrigerators,
2. shelf surfaces are more contaminated from side surfaces,
3. *E. coli* existence was determined in the case of insufficient sanitation at refrigerator surfaces.

Thus, the hygiene of a refrigerator used for the conservation of food became a crucial subject. It was observed that the users did not seem aware of refrigerator hygiene and recommended the operating temperature of the refrigerator. Most of them were keeping their food unpacked or unwashed in the refrigerator and were overfilling their refrigerators. Also, factors such as temperature fluctuations and a high amount of air circulation are lead to an increase in microbial load, whereas the usage of a refrigerator. It is essential to clean the refrigerator more frequently and using appropriate disinfection procedures.

Compliance with Ethical Standard

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

Ethics committee approval: The authors declare that this study does not require ethical permission.

Funding disclosure: TUBITAK supported this study with the 2241-A Industry Focused Undergraduate Thesis Support Programme.

Acknowledgments: We owe our thanks to TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) for financial support and Ege University Head of Food Engineering Department, Prof. Dr. Duygu KIŞLA, Assoc Prof. Dr. Gülten TİRYAKİ GÜNDÜZ, and Vestel Beyaz Eşya Sanayi ve Ticaret A.Ş. for spiritual help while winning this support.

Disclosure: This study was done as an undergraduate thesis.

References

AOAC International. (1984). The Official Methods of Analysis, *Chapter 8: Psychrotrophic Microorganisms*, AOAC International, Gaithersburg, MD. ISBN: 9780935584240

Ateş, M., Ballar, E., Pekcan, G. (1986). Sosyo-ekonomik yönden farklı semtlerde yaşayan ev kadınlarının besin hazırlama, pişirme, saklama yöntemlerinin saptanması, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 15, 71-83.

Ayaz Topçu, A., Köksal, E., Bilgili, N. (2003). 15-49 yaş grubu ev hanımlarının besin hazırlama, pişirme ve saklama yöntemleri konusunda bilgi, tutum ve davranışlarına yönelik bir araştırma, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 60(3), 77-86.

Bolton, D.J., Kennedy, J., Cowan, C. (2005). Irish domestic food safety knowledge, practice and microbiology with particular emphasis on *Staphylococcus aureus*. Ashtown, Dublin, Ireland, the National Food Centre, ISBN: 1841704024.

Carpentier, B., Legendijk, E., Chassaing, D., Rosset, P., Morelli, E., Noël, V. (2012). Factors impacting microbial load of food refrigeration equipment. *Food Control*, 25, 254-259.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.051>

Catellani, P., Miotti-Scapin, R., Alberghini, L., Radu, I.L., Giaccone, V. (2014). Levels of microbial contamination of domestic refrigerators in Italy. *Food Control*, 42, 257-262. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.025>

- De Jong, A.E.I., Verhoeff-Bakkenes, L., Nauta, M.J., De Jonge, R. (2008).** Cross contamination in the kitchen: effect of hygiene measures. *Journal of Applied Microbiology*, 105, 615-624.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03778.x>
- Duric, J., Ivanovic, J., Loncina, J., Sarcevic, D., Dordevic, V., Boskovic, M., Baltic, M.Z. (2013).** Examination about consumers' knowledge of food storage conditions in household- context of food safety. *Proceedings of International 57th Meat, Industry Conference*, Belgrad, June 10th-12th, 247-252. ISBN: 9788682547075
- Dieuleveux, V., Collobert, J., Dorey, F., Guix, E. (2005).** Surveillance de la contamination par *Listeria* spp de réfrigérateurs. *Science de l'Alimentation*, 25(2), 147-155.
<https://doi.org/10.3166/sda.25.147-155>
- Enriquez, C.E., Enriquez-Gordillo, R., Kennedy, D.I., Gerba, C.P. (1997).** Bacteriological survey of used cellulose sponges and cotton dishcloths from domestic kitchens. Dairy, *Food and Environmental Sanitation*, 17, 20-24.
- Evans, J. A., Stanton, J. I., Russell, S. L., James, S. J. (1991).** Consumer handling of chilled foods: A survey of time and temperature conditions. MAFF Publications, London PB 0682.
- Flynn, O.M.J., Blair, I., McDowell, D. (1992).** The efficiency and consumer operation of domestic refrigerators. *International Journal of Refrigeration*, 15(5), 307-312.
[https://doi.org/10.1016/0140-7007\(92\)90046-W](https://doi.org/10.1016/0140-7007(92)90046-W)
- Food Standards Agency [FSA]. (2015).** Chilling. Retrieved from <https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/chilling> (accessed 20.7.2021)
- Gilbert, S.E., Whyte, R., Bayne, G., Lake, R.J., van der Logt, P. (2007).** Survey of internal temperatures of New Zealand domestic refrigerators. *British Food Journal*, 109, 323-329.
<https://doi.org/10.1108/00070700710736570>
- Godwin, S.L., Chen, F.C., Chambers IV, E., Coppings, R., Chambers, D. (2007).** A comprehensive evaluation of temperatures within home refrigerators. *Food Protection Trends*, 27(3), 168-173.
- Gorman, R., Bloomfield, S., Adley, C. (2002).** A study of cross contamination of food-borne pathogens in the domestic kitchen in the republic of Ireland. *International Journal of Food Microbiology*, 76, 143-150.
[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00028-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00028-4)
- Göktan, D., Tunçel, G. (2010).** Gıda Hijyeni-I. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, pp. 111-114. ISBN: 9786055267339
- Halkman, A.K., Sağdaş, Ö.E. (2011).** Merck Mikrobiyoloji El Kitabı (Hızlı Erişim). Ankara, 2: pp 234, Retrieved from http://www.mikrobiyoloji.org/TR/pdf/merckmikrobiyoloji_elkitabı.pdf (accessed 14.03.2014).
- Harrigan, W.F. (1998).** Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, pp. 308. ISBN: 9780123260437
- Ilg, Y., Bruckner, S., Kreyenschmidt, J. (2011).** Applicability of surfaces containing silver in domestic refrigerators. *International Journal of Consumer Studies*, 35, 221-227.
<https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2010.00976.x>
- Jackson, V., Blair, I.S., McDowell, D.A., Kennedy, J., Bolton, D.J. (2007).** The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators. *Food Control*, 18, 346-351.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.10.018>
- James, C., Onarinde, B.A., James, S.J. (2016).** The use and performance of household refrigerators: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 160-179.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12242>
- Jeon, Y., Chun, J., Kim, B. (2013).** Identification of household bacterial community and analysis of species shared with human microbiome *Current Microbiology*, 67, 557-563.
<https://doi.org/10.1007/s00284-013-0401-y>
- Johnson, A.E., Donkin, A.J.M., Morgan, K., Lilley, J.M., Neale, R.J., Page, R.M., Silburn, R. (1998).** Food safety knowledge and practice among elderly people living at home. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(11), 745-748.
<https://doi.org/10.1136/jech.52.11.745>
- Kennedy, J., Jackson, V., Blair, I.S., McDowell, D.A., Cowan, C., Bolton, D.J. (2005).** Food safety knowledge of consumers and the microbiological and temperature status of their refrigerators. *Journal of Food Protection*, 68, 1421-1430.
<https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.7.1421>

- Macias-Rodriguez, M.E., Navarro-Hidalgo, V., Linares-Morales, J.R., Olea-Rodriguez, M.A., Villarruel-Lopez, A., Castro-Rosas, J., Gomez-Aldapa, C.A., Torres-Vitela, M.R. (2013). Microbiological safety of domestic refrigerators and the discloths used to clean them in Guadalajara, Jalisco, Mexico. *Journal of Food Protection*, 76(6), 984-990. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-258>
- Maktabi, S., Jamnejad A., Faramarzian, K. (2013). Contamination of household refrigerators by *Listeria* species in Ahvaz, Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 6(3), 301-305. <https://doi.org/10.5812/jjm.3543>
- Nauta, M.J., Litman, S., Barker, G.C., Carlin F. (2003). A retail and consumer phase model for exposure assessment of *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology*, 83, 205-218. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00374-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00374-4)
- Peck, M.W., Goodburn, K.E., Betts, R.P., Stringer, S.C. (2006). *Clostridium botulinum* in vacuum packed (VP) and modified atmosphere packed (MAP) chilled foods. Final Project Report July 2006 (FSA Project B13006), *Institute of Food Research*, Norwich, U.K. https://quadram.ac.uk/wp-content/uploads/2017/07/Final_project_report0707.pdf (accessed 29.07.2021)
- Rahman, S., Sidik, N.M., Hassan, M.H., Rom, T.M., Jauhari, I. (2005). Temperature performance and usage conditions of domestic refrigerator-freezers in Malaysia. *HKIE Transactions*, 12(2), 30-35. <https://doi.org/10.1080/1023697X.2005.10668000>
- Saidur, R., Masjuki, H.H., Hasanuzzaman, M., Kai, G.S. (2008). Investigation of energy performance and usage behavior of domestic refrigerator freezer using clustering and segmentation. *Journal of Applied Science*, 8, 3957-3962. <https://doi.org/10.3923/jas.2008.3957.3962>
- Sergelidis, D., Abraham, A., Sarimvei, A., Panoulis, C., Karaioannoglou, P., Genigeorgis, C. (1997). Temperature distribution and prevalence of *Listeria* spp. in domestic, retail and industrial refrigerators in Greece. *International Journal of Food Microbiology*, 34, 171-177. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(96\)01175-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(96)01175-0)
- Toule, G., Murphy, O. (1978). A study of bacteria contaminating refrigerated cooked chicken, their spoilage potential and possible origin. *Journal of Hygiene*, 81, 161-169. <https://doi.org/10.1017/S0022172400024980>
- USA Food and Drug Administration [FDA]. (2014). Are you storing food safely? Consumer health information handout. US Food and Drug Administration, April 2014. Retrieved from: <http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm093704.htm> (accessed 01.05.2016).
- Vegara, A., Festino, A.R., Ciccio, P.D., Costanzo, C., Pennisi, L., Ianieri, A. (2014). The management of the domestic refrigeration: microbiological status and temperature. *British Food Journal*, 116, 1047-1057. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2012-0103>
- World Health Organization [WHO]. (2001). Five keys to safer food. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Retrieved from https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf (accessed 29.07.2021).

Kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların bazı kimyasal ve mikrobiyal özellikleri üzerine depolamanın etkisi

Hatice Neval ÖZBEK¹, Aysel ELİK¹, Melis SEVER¹, Şakire Ecem BULUT¹, Derya KOÇAK YANIK¹, Ali Coşkun DALGIÇ¹, Ferruh ERDOĞDU², Fahrettin GÖĞÜŞ¹

Cite this article as:

Özbek, H.N., Elik, A., Sever, M., Bulut, Ş.E., Koçak Yanık, D., Dalgıç, A.C., Erdoğan, F., Göğüş, F. (2021). Kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans kurutma sistemiyle kurutulan kayısıların bazı kimyasal ve mikrobiyal özellikleri üzerine depolamanın etkisi. *Food and Health*, 7(4), 259-271. <https://doi.org/10.3153/FH21027>

¹ Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep.

² Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

ORCID IDs of the authors:

H.N.Ö. 0000-0001-6543-4086
A.E. 0000-0003-4949-9108
M.S. 0000-0003-2196-1241
Ş.E.B. 0000-0002-1078-6583
D.K.Y. 0000-0003-3866-899X
A.C.D. 0000-0001-6806-5917
F.E. 0000-0003-3047-4779
F.G. 0000-0002-8610-5297

Submitted: 15.03.2021

Revision requested: 15.04.2021

Last revision received: 20.04.2021

Accepted: 20.04.2021

Published online: 15.08.2021

Correspondence:

Hatice Neval ÖZBEK

E-mail: haticeneval@gantep.edu.tr



© 2021 The Author(s)

Available online at

<http://jfh.sscientificwebjournals.com>

ÖZ

Yenilikçi kombine güneş enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans sistemi, kükürtlenmemiş, iki farklı konsantrasyonda kükürtlenmiş (1kg/ton ve 2kg/ton kükürt) ve fıstık kabuğu ekstraktı uygulanmış kayısıların kurutulması için kullanılmıştır. Güneş altında kurutulan kükürtlü ve kükürtsüz kayısılar ise kontrol örnekleri olarak kullanılmıştır. Farklı depolama sıcaklıklarının (5, 20 ve 35°C) kuru kayısıların kalıntı kükürt miktarı, β-karoten ve mikrobiyal stabilite özellikleri üzerine etkisi çalışılmıştır. Ayrıca, depolama sıcaklığının antepfıstığı kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısıların toplam fenolik miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, 5°C'de depolanan ürünlerde kükürt ve β-karoten kaybının 20 ve 35°C'de depolanan ürünlere kıyasla daha az olduğunu göstermiştir. Kükürtleme işlemi depolama boyunca β-karoten kaybını önemli ölçüde engellemiştir. Ekstrakt ile ön işlem gören kuru kayısıların fenolik madde miktarında en fazla azalma 20°C'de depolanan örneklerde görülmüştür. Ayrıca ekstrakt uygulaması mikrobiyal kalite göz önünde bulundurulduğunda depolama açısından avantaj sağlamıştır. Kombine kurutma sistemi, güneş altında kurutma ile kıyaslandığında daha az kükürt kaybına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, Güneş enerjisi destekli havalı kurutma, Radyo frekans kurutma, Mikrobiyal stabilite, Kalıntı kükürt

ABSTRACT

The effect of storage on some chemical and microbial properties of apricots dried with a combined solar energy assisted air and hot air assisted radio frequency drying system

Innovative combined solar energy assisted air and hot air assisted radio frequency drying system was used to dry unsulphured, sulphured (1 kg/ton and 2 kg/ton sulphur) and pistachio hull extract treated apricots. Unsulphured and sulphured apricots dried under sun were used as the control samples. The effects of different storage temperatures (5, 20 and 35°C) on residual sulphur content, β-carotene and microbial stability characteristics of dried apricots were studied. Also, the effect of storage temperature on the total phenolic content of dried apricots pre-treated with pistachio hull extract was investigated. The obtained results showed that the loss of sulphur and β-carotene was less in the products stored at 5°C compared to the products stored at 20 and 35°C. Sulphur treatment significantly inhibited the loss of β-carotene during storage. The maximum decrease in phenolic content of dried apricots pretreated with extract, was observed in samples stored at 20°C. In addition, extract treatment provided an advantage in terms of storage considering the microbial quality. The combined drying system caused less sulfur loss compared to sun drying.

Keywords: Apricot, Solar hot air drying, Radio frequency drying, Microbial stability, Residual sulphur

Giriş

Dünya kayısı üretiminde Türkiye önemli bir rol oynamaktadır (FAOSTAT, 2018). Kayısı bulundurduğu yüksek nem içeriği sebebiyle çoğunlukla kurutulmuş depolanır. Kurutma işlemi genellikle geleneksel güneşte kurutma şeklinde gerçekleştirilmektedir. Ancak uzun kurutma süresi ve çevresel faktörlere aşırı bağımlılık ürünün içerdiği faydalı minör bileşenlerin kaybı ve hijyenik olmayan ürünlerin üretilmesi ile sonuçlanmaktadır. Ürünün kalite özelliklerinin artırılması, kullanılan kükürt miktarının düşürülmesi ve daha hijyenik ürünlerin üretilmesi ancak hızlandırılmış kurutma teknikleri ile kurutulmayı ve uygun şartlarda depolamayı gerektirmektedir. Kayısının kurutma esnasında kalite parametreleri (β -karoten, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, renk, kahverengileşme ürünleri, aroma bileşenleri, vb.) detaylı bir şekilde çalışılmıştır (Inserra ve ark., 2017, İncedayı ve ark., 2016; García-Martínez ve ark., 2013; Karabulut ve ark., 2007). Yeni teknolojilerle yapılan çalışmalar ise oldukça kısıtlıdır ve endüstriyel ürün kriterlerine uymayan yarım kayı-sırlarla yapılmıştır (Horuz, ve ark., 2017; Kayran ve Doymaz, 2017). Ayrıca, tüketicilerin tercih ettiği parlak sarı rengi elde etmek ve uzun raf ömrü sağlamak için üreticiler gereğinden çok fazla kükürt kullanmaktadır. Ancak, çeşitli alerjik reaksiyonlara sebep olması ve çeşitli sağlık sorunlarına sebep olma potansiyeli taşıması nedeniyle kükürt kullanımı ile ilgili ciddi endişeler bulunmaktadır. Bu nedenle, kükürt kullanılmadan ya da minimum düzeyde kullanılarak kuru kayısı üretilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Bitki ekstraktları, içerdikleri antioksidan ve antimikrobiyal bileşenleri nedeniyle gıdaların kompozisyonunda veya kaplanmasında kullanılmaktadırlar (Al-Juhaimi ve ark., 2017).

Radyofrekans (RF) kurutma son yıllarda hızlı kurutma amacıyla gıda kurutulmasında tercih edilen bir kurutma tekniğidir. Kurutma süresinin kısaltılmasının yanı sıra ekonomik katkıları nedeniyle RF kurutma; farklı kurutma teknikleri ile kombine edilerek kullanılmaktadır (Zhou ve ark., 2018; Wang ve ark., 2020). Depolama sıcaklığı ve depolama süresinin geleneksel yollarla kurutulmuş meyvelerin mikrobiyal yükleri, karoten içerikleri ve SO_2 düzeyleri üzerinde önemli etkiye sahip oldukları rapor edilmiştir (Türkyılmaz ve ark., 2013a). Uygun depolama sıcaklığı kuru kayısıların raf ömrü üzerindeki en etkili parametredir (Coşkun, 2010; Sağır, 2006).

Yukarıda belirtildiği üzere literatürde kuru kayısı üretiminde yeni teknolojilerin kullanımı sınırlıdır. Ayrıca yeni teknolojiler kullanılarak kurutulmuş kayısıların depolanmaları sırasında mikrobiyal yükleri, karoten içerikleri ve SO_2 düzeyleri üzerinde meydana gelen değişimleri inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı kombine güneş

enerjisi destekli hava ve sıcak hava destekli radyo frekans sistemi ile kurutulmuş kükürtsüz ve farklı seviyelerde kükürt içeren kayısıların 48 hafta boyunca farklı sıcaklıklarda (5, 20 ve 35 °C) depolanması sırasında mikrobiyal yükleri, karoten içerikleri ve SO_2 düzeyleri üzerinde meydana gelen değişimin incelenmesidir. Ayrıca, elde edilen verilerin geleneksel güneş altında kurutulmuş ürünler ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bunlara ek olarak, kükürt ve fıstık kabuğu ekstraktı uygulanan ürünlerde fenolik madde miktarının depolama esnasındaki değişimi incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü bahçesinden toplanan taze kayısılar (*Prunus armenica* L., Hacıhaliloğlu çeşidi) iklimli araçlarda taşınarak aynı gün plastik kasalarda Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne getirilmiştir. Olgunlaşmamış, aşırı olgunlaşmış, çürümüş ya da yaralı olan kayısılar ayıklandıktan sonra aynı boyutlarda ve renkte kayısılar seçilmiş ve kurutma deneylerinde kullanılana kadar 3°C'de saklanmıştır. Analizlerde kullanılan violet red bile dekstroz agar Merck (Almanya) firmasından, kükürt, Folin-Ciocalteu reaktifi, sodyum karbonat, gallik asit, pepton, MRS, PCA, YGC besiyerleri, β -karoten, hekzan, etanol, metanol, aseton ve diğer kimyasallar ile çözümler ise Sigma-Aldrich (Amerika) firmasından temin edilmiştir.

Kükürtleme ve Ekstrakt Uygulanması

Kayıslar, kükürt kabiniinde 2 farklı konsantrasyon (1 kg/ton ve 2 kg/ton uygulama aralığında) için belirtilen oranlarda elemental kükürt yakılarak 12 saat boyunca ve oda sıcaklığında (25°C) kükürt dioksit dumanına maruz bırakılmıştır. Kükürtlenen kayısılar doğrudan kurutma işlemine tabii tutulmuşlardır.

Kayıslar ekstrakt uygulaması için 60 dakika boyunca ve oda sıcaklığında (25°C) % 1.75 (w/v) derişimdeki fıstık kabuğu ekstraktı solüsyonuna daldırılmıştır. Ekstrakt solüsyonuna daldırılan kayısıların yüzey suyu 5 dakika elekte bekletilerek süzdürüldükten sonra kükürtleme işlemine tabii tutulmuştur. Kullanılan ekstrakt, Antep fıstığı kabuklarının etanol/su (1/1 v/v) ile ekstraksiyonu ve elde edilen ekstraktın etil asetat kullanılarak sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile saflaştırılmasıyla elde edilmiştir. Fıstık kabuğu ekstraktının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu farklı çalışmalarda belirtilmiştir (Özbek ve ark., 2020; Rajaei ve ark., 2010). Ekstraktlı ürün tek konsantrasyonda (1 kg/ton) yukarıda belirtilen metot uygulanarak kükürtlenmiştir. Ekstrakt ve kükürtleme işlemine tabii tutulan kayısılar doğrudan kurutulmuştur.

Geleneksel Güneş Enerjisi ile Kurutma

15 kg kükürtlü (2 kg/ton) ve kükürtsüz kayısılar çelik tepsilere (100×100 cm, en×boy) 2.4 cm kalınlığında yerleştirildikten sonra Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü terasında güneşe serilerek kurumaya bırakılmıştır. Kurumunun 3. günü sonrasında çekirdekleri çıkarılan kayısılar tekrar bütün olarak tepsilere yerleştirilmiştir ve ürün su içeriği %20-25 (yb) aralığına gelene kadar (6 gün) kurutulmaya devam edilmiştir. Geleneksel güneş enerjisiyle kurutulan kayısılar kontrol ürünler olarak kullanılmıştır.

Kombine Güneş Enerjisi Destekli Havalı Ön Kurutma ve Radyo Frekans Kurutma İşlemi

Güneş enerji destekli havalı ön kurutma işlemi kabin tipi kurutma sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir kurutma işlemi için 15 kg kayısı (her katta 5 kg olmak üzere 3 kat) krom sepetlere (100×100 cm, en×boy) 2.4 cm kalınlığında yerleştirilerek 63.5 °C'de 895 dk süreyle kurutma işlemine tabii tutulmuştur (Işınay, 2020). Tüm işlemlerde hava hızı 5.5-6 m/s aralığında set edilmiştir.

Hava destekli radyo frekans (RF) kurutma, güneş destekli havalı ön kurutmayı takiben gerçekleştirilmiştir. Güneş destekli hava kurutma sisteminde kurutulan 15 kg kayısının çekirdekleri çıkarıldıktan sonra hava destekli RF kurutma sisteminde kurutmaya devam edilmiştir. Kayısılar plastik tepsilere (29×46 cm, en×boy) 2.4 cm kalınlığında yerleştirilmiştir. Hava destekli RF kurutma işlemi 77 mm elektrot yüksekliğinde ve 385 dk süreyle gerçekleştirilmiştir (Işınay, 2020). Uygulanan kombine kurutma işleminin ardından kayısıların nem içeriği %20-25 (yaş bazda) aralığına düşürülmüştür.

Paketleme ve depolama

Kükürtlenmemiş, iki farklı konsantrasyonda kükürtlenmiş (1kg/ton ve 2kg/ton uygulama aralığında) ve fıstık kabuğu ekstraktı (%1.75 (w/v) derişimde hazırlanmış) ve kükürt uygulanmış (1kg/ton) güneş enerjisi destekli hava ve hava destekli RF sisteminde üretilen kuru kayılardan birer parti, kontrol grubu olarak ise aynı hammaddeden temin edilen ve güneş altında geleneksel yollarla kurutulan kükürtlü (2kg/ton) ve kükürtsüz kayılardan birer parti olmak üzere altı farklı ürün için depolama şartları çalışılmıştır. Paketlenip depolanan ürünlerin tanımlaması Tablo 1'de yapılmıştır.

Tablo 1. Depolama için kurutulan ürünler

Table 1. Products dried for storage

Ürün Kodu Product code	Ürün detayı Product detail
GDH-RF	Kükürtleme işlemi uygulanmadan güneş destekli havalı kurutmayı takiben radyo frekans kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/1S	1 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmayı takiben radyo frekans kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/2S	2 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmayı takiben radyo frekans kurutma uygulanan kayısılar
GDH-RF/EX+1S	%1.75 (w/v) fıstık kabuğu ekstraktı ve 1kg/ton kükürt uygulaması yapılmış, güneş destekli havalı kurutmayı takiben radyo frekans kurutma uygulanan kayısılar
GK/GK	Kükürtleme işlemi uygulanmadan geleneksel güneş altında kurutulmuş kayısılar
GK/2S	2 kg/ton kükürt uygulaması yapılmış geleneksel güneş altında kurutulmuş kayısılar

Buradaki amaç, uygulanan kurutma şartlarında standartlar tarafından izin verilen seviyede ve onun çok aşağısında kalıntı kükürt içeren ürünlerin depolama sırasında kalite açısından değişimlerinin takip edilmesidir. Paketleme öncesi her bir ürünün (Tablo 1) kendi içerisindeki numuneler arasında muhtemel nem farklılıklarının giderilmesi için desikatörlerde saklanarak su dengesi sağlanmıştır. Ürünlerin paketlenmesinde malzeme olarak endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan polietilen (70 µ) torbalar kullanılmıştır. Her bir üründen toplamda 12 kg olmak üzere kayısılar öncelikle 0.5'er kilogramlık polietilen paketlere doldurulmuş, ağızları normal atmosfer şartlarında ısı yapıştırma ile kapatıldıktan sonra karton kutulara yerleştirilmiştir. Her kutu 5, 20 ve 35°C olmak üzere 3 farklı sıcaklık ortamında saklanmıştır. Saklanan kuru kayılardan ilk etapta 15 günde bir, 2. ayın sonrasında her iki ayda bir kez olmak üzere numuneler alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Toplam Fenolik Madde Tayini

En az 10 tane kayısı, 2 dk yüksek hızda waring karıştırıcı (Waring Commercial Blender, 8011ES, ABD) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen kayısı püresinden 1 g alınmış ve 5 mL distile su eklenmiştir ardından 100 dk boyunca inkübatörde (Heidolph unimax 1010) karıştırılmıştır. Ardından, 10000 rpm'de santrifüjlenerek (Eppendorf Centrifuge 5810) durutulmuştur. Sıvı kısım 0.45 µm membran filtreden süzülerek 0.2 mL süzüntü 10 mL'lik balon jojeye aktarılmış, süzüntünün üzerine sırasıyla 2 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 1.6 mL %7.5 (w/v) sodyum karbonat solüsyonu eklenmiş ve deiyonize su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Bu karışım 5-8 dk 50°C'de bekletilmiş ve süre sonunda 765 nm dalga boyunda spektrofotometre (Optima SP-3000 nano UV-Vis Spektrofotometre, OPTIMA Tokyo, Japonya) kullanılarak absorban ölçümü yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, bilinen konsantrasyonlarda hazırlanan standart gallik asit kullanılarak oluşturulan kalibrasyon eğrisi ile belirlenmiştir. Kayısadaki toplam fenolik madde konsantrasyonu, 1g kuru maddede bulunan mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Kuru kayısılarda, Alagöz ve ark. (2015) tarafından önerilen metot kullanılarak mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Bütün mikrobiyolojik analizler için 90 mL % 0.1 (w/v) peptonlu suya aseptik şartlarda alınan 10 g kayısı numunesi eklenmiş ve ortam sıcaklığında (20°C) 15 dk bekletilmiş ve ardından 1.5 dk boyunca karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu hazırlanan solüsyondan 10⁻¹ den 10⁻⁶'ya kadar peptonlu su ile seyreltilen numuneler hazırlanmış ve aşağıda anlatılan her bir analiz için uygun besiyerine ekim yapılmıştır. Toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) ve toplam aerob psikrofil bakteri (TAPB) sayımları için plate count agar besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve ekim yapılan plakalar sırasıyla 28°C'de 48 saat ve 7°C'de 10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Toplam maya-küf sayımları için YGC besiyeri ve yayma plak yöntemi kullanılmış ve plakalar 28°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Toplam enterobakterler için violet red bile dekstroza agar besiyeri kullanılmış ve dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapılan plakalar 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Laktik asit bakterileri için sikloheksimit (100 mg/L) ile desteklenmiş MRS agar besiyerlerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Bu plakalarda 28°C'de 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

β-karoten Analizi

Kayısı numunelerinde β-karoten ekstraksiyonu Coşkun ve ark. (2013) tarafından önerilen prosedür kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 5 g kıyılmış kuru kayısı alınmış ve 30 mL

hekzan:aseton:etanol (50:25:25 v/v/v) karışımı eklenmiştir ve sonrasında üzerine nötrleştirmek için 0.5 g kalsiyum karbonat eklenmiştir. 450 rpm'de 30 dk Heidolph Unimax 1010 marka inkübatör kullanılarak karıştırılmış ve 9400 rpm'de 4°C'de 15 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Böylelikle faz ayrımı gerçekleştirilmiştir. Üst faz N₂ gazı ile uçurularak kalanı evaporatör yardımıyla uçurulmuş ve 10 mL hekzan eklenip 0.45 µm membran filtreden süzülerek HPLC'ye verilmiştir. β-karoten için C18 (250×4.6mm, 5µm) kolon (Supelco, USA) ve UV/Vis dedektör (Schimadzu SPD-20A UV/VIS detector) kullanılmıştır. Hareketli faz olarak asetonitril:metanol (1:9 v/v) karışımı kullanılmıştır ve 0.9 mL/min akış hızında izokratik elüsyon yapılmıştır. UV/Vis dedektörün dalga boyu 450 nm'de tutulmuştur (Barba ve ark., 2006).

Kalıntı Kükürt Miktarı Analizi

Kuru kayısı numunelerinde kalan kükürt dioksit (SO₂) miktarı Monier Williams distilasyon metodu (AOAC Method 990.28) kullanılarak belirlenmiştir. Kükürtlenmiş kuru kayıslardan bir miktar alınarak içerisinde %15 (v/v) HCl bulunan 3 ağızlı balona konulmuş ve ısıtılmak suretiyle açığa çıkan SO₂ içerisinde %3 (v/v) H₂O₂ bulunan 2 ayrı toplama kabına toplanmıştır. Böylelikle birinci toplama kabından kaçan SO₂'nin 2. toplama kabında tutulmuştur. Daha sonra bu 2 tüpte toplananlar birleştirilerek üzerine 3 damla brom fenol mavisi eklendikten sonra 0.1 N NaOH ile renk sarıdan mavi menekşe rengine dönene kadar titre edilmiştir. Numunelerin SO₂ miktarları mg SO₂/kg kurutulmuş kayısı olarak aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$SO_2 \text{ (ppm)} = (3200 * V_{NaOH}) / m \quad (1)$$

Denklemden; V_{NaOH}, harcanan NaOH miktarı (mL), m, tartılan kayısı numunesinin miktarı (g)

Bulgular ve Tartışma

Kükürt Dioksit Miktarındaki Değişim

İki farklı metotla kurutulmuş ve farklı kükürt konsantrasyonları ve ekstrakt içeren ürünler GDH-RF/1S, GDH-RF/2S, GDH-RF/EX+1S ve GK/2S'nin kurutma sonrası 5, 20 ve 35°C'de 48 hafta boyunca depolanmaları sırasında kalıntı kükürt miktarlarında meydana gelen değişim sırasıyla Tablo 2, 3 ve 4'de verilmiştir. Belirtilen depolama sıcaklığı ve süresi literatürde daha önce çalışılan koşullar göz önünde bulundurularak seçilmiştir (Alagöz ve ark., 2015; Sağır ve ark., 2008; Türkyılmaz ve ark., 2013a).

2 kg/ton kükürt uygulanan GDH-RF/2S ve GK/2S ürünlerin kurutma sonrası SO₂ miktarları sırasıyla 1598 ve 1087 (mg SO₂ kg⁻¹) olarak bulunmuştur. Aynı miktarda kükürde ve aynı kükürtleme süresine maruz bırakılan bu iki ürünün kurutma

sonrası SO₂ değerleri arasındaki farkın, ürünlere uygulanan farklı kurutma metodlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Coşkun ve ark. (2013) 1.8 kg/ton kükürt uygulamasını takiben güneş kurutma sonrasında aynı kayısı çeşidi için SO₂ miktarını 2364 (mg SO₂ kg⁻¹) bulmuşlardır. Başka bir çalışmada (Türkyılmaz ve ark., 2013a) kükürtleme süresi ve konsantrasyonunun kalıntı kükürt miktarı üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur. Kurutma sonrası meydana gelen fark kükürtleme kabin boyutları ve uygulaması ve güneşe maruz kalma süresi ve sıcaklıkları ile ilişkili olabilir. Hepsağ ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki market ve pazarlardan tedarik edilen 43 adet kuru kayısıda SO₂ analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kuru kayısıların SO₂ miktarlarının 725-2506 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini göstermiştir. Bizim çalışmamızda, kombine kurutma sistemi, geleneksel kurutma metoduna göre daha hızlı bir kurutma sağladığı için kükürtlü ürünlerde SO₂ kaybının düştüğü düşünülmektedir. Bunun yanı sıra sistemin kapalı devre olarak sadece kendi bünyesindeki havayı sirküle ederek kurutma sağlaması da GDH-RF/2S'in başlangıç SO₂ miktarını daha fazla korumasına sebep olmuş olabilir. 1 kg/ton kükürt uygulanan GDH-RF/1S ve GDH-RF/EX+1S ürünlerde ise başlangıç SO₂ miktarları sırasıyla 946 ve 840 (mg SO₂ kg⁻¹) bulunmuştur.

Tablo larda görüldüğü üzere depolama süresi boyunca kalıntı kükürt miktarlarında azalma gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler farklı depolama sıcaklıklarının (5°C, 20°C, 35°C) örneklerin kalıntı kükürt miktarları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Tablo 4'deki analiz sonuçları incelendiğinde, 35°C'de depolanan farklı konsantrasyondaki kükürtlü ürünlerin SO₂ miktarlarında önemli bir azalma olduğu gözlemlenmiştir (p

< 0.05). Bu durum SO₂'in uçucu bir bileşik olması ve artan sıcaklıkla ürünlerden uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Buna karşın, 5°C'deki aynı ürünlerin SO₂ miktarlarındaki azalmanın, 20°C ve 35°C'deki azalma miktarına göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Şekil 1'de farklı sıcaklıklarda depolama süresince GDH-RF/2S kayısının kalıntı kükürt içeriğindeki değişim gösterilmektedir. Bu şekilden de açıkça görüldüğü üzere, depolama sıcaklığının artması ürünlerin bünyesinde kalan SO₂ miktarında ciddi bir azalmaya sebep olmaktadır. Benzer bir çalışmada sıcaklık arttıkça SO₂ kaybının da arttığı ve düşük sıcaklıklarda depolanan ürünlerin SO₂ miktarlarında önemli bir değişim olmadığı rapor edilmiştir (Türkyılmaz ve ark., 2013a). Güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben RF kurutma sistemi kullanılarak kurutulan kayılarda (GDH-RF/1S, GDH-RF/2S, GDH-RF/EX+1S) 48. hafta sonunda SO₂ kayıpları, 5°C'de % 11.9-16.0, 20°C'de %41.1-44.81 ve 35°C'de ise %81.4-87.2 olarak bulunmuştur. Geleneksel yöntemle kurutulan GK/2S'de ise 48. hafta sonunda SO₂ kaybı 5°C'de %24.6, 20°C'de %50.6 ve 35°C'de ise %89.9 olarak bulunmuştur. Coşkun ve ark. (2013) yapmış olduğu bir çalışmada, kurutulmuş kayısılar bir yıl boyunca 5°C, 20°C, 30°C'de depolanmış ve ürünlerin SO₂ kaybının sırasıyla %39, %51 ve %90 olduğu rapor edilmiştir. Görüldüğü üzere geleneksel yöntemle yapılan kurutma sonuçları benzerlik göstermektedir. Geleneksel yöntemle kurutulan üründe, diğer ürünlere kıyasla SO₂ miktarında hızlı bir düşme gözlemlenmiştir. Bu üründe kurutma süresi uzun olduğundan başlangıç SO₂ miktarında önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki; kombine edilen sistem daha az kükürt kaybına neden olmaktadır ve bu nedenle ilk uygulanacak kükürt miktarının düşük olması ve sağlık açısından daha tercih edilebilir ürünler üretilmesine olanak sunmaktadır.

Tablo 2. Farklı şartlarda kurutulmuş ve kükürtlemiş kayısıların kalıntı kükürt içeriklerinde 5 °C'de depolama süresince meydana gelen değişimi

Table 2. Changes in residual sulphur content of apricots dried and sulphurized under different conditions during storage at 5 °C

Zaman(hafta) Time (week)	SO ₂ (mg/kg kayısı (%25 nem)) SO ₂ (mg/kg apricot (25 % moisture))			
	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/2S
0	946±26.7 ^a	1598±30.8 ^a	840±30.4 ^a	1087±27.4 ^a
2	933±30.6 ^{a,b}	1573±30.4 ^{a,b}	835±27.5 ^a	1074±22.7 ^{a,b}
4	926±22.4 ^{a,b}	1557±26.4 ^{b,c}	828±13.9 ^{a,b}	1068±16.9 ^{a,b}
6	917±16.9 ^{a,b,c}	1537±22.2 ^{b,c}	824±20.5 ^{a,b}	1058±15.4 ^{a,b}
8	912±19.3 ^{a,b,c}	1522±18.7 ^{c,d}	818±18.6 ^{a,b}	1042±23.7 ^{b,c}
16	897±24.4 ^{b,c,d}	1489±19.5 ^{d,e}	803±15.2 ^{a,b,c}	1017±14.7 ^{c,d}
24	884±15.7 ^{c,d}	1460±20.2 ^e	790±18.5 ^{b,c,d}	986±13.1 ^d
32	862±25.1 ^{d,e}	1422±14.7 ^f	773±24.1 ^{c,d,e}	925±13.5 ^e
40	840±13.7 ^{e,f}	1383±19.1 ^g	755±13.7 ^{d,e}	875±25.8 ^f
48	820±11.7 ^f	1342±13.4 ^h	740±19.3 ^e	820±22.4 ^g

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Tablo 3. Farklı şartlarda kurutulmuş ve kükürtlemiş kayısıların kalıntı kükürt içeriklerinde 20 °C’de depolama süresince meydana gelen değişimi**Table 3.** Changes in residual sulphur content of apricots dried and sulphurized under different conditions during storage at 20 °C

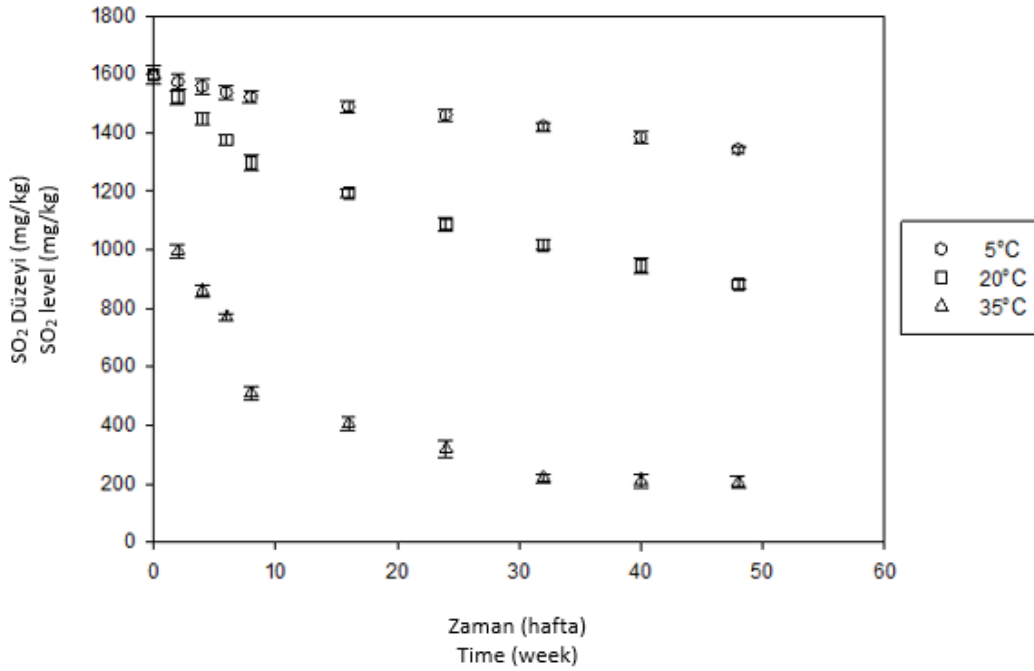
Zaman(hafta) Time (week)	SO ₂ (mg/kg kayısı (%25 nem)) SO ₂ (mg/kg apricot (25 % moisture))			
	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/2S
0	946±26.7 ^a	1598±30.8 ^a	840±30.4 ^a	1087±27.4 ^a
2	898±17.8 ^b	1522±24.8 ^b	768±11.2 ^b	1014±14.7 ^b
4	860±11.6 ^c	1448±17.6 ^c	742±18.7 ^b	949±20.6 ^c
6	815±25.8 ^d	1376±16.3 ^d	704±12.3 ^c	878±21.5 ^d
8	775±16.2 ^e	1297±25.7 ^e	675±22.2 ^c	802±16.7 ^e
16	725±17.4 ^f	1194±13.7 ^f	630±18.6 ^d	717±24.8 ^f
24	670±24.5 ^g	1087±24.3 ^g	590±22.7 ^e	628±25.7 ^g
32	624±23.1 ^h	1015±17.5 ^h	555±12.2 ^f	596±23.0 ^{g,h}
40	576±20.1 ⁱ	946±23.8 ⁱ	522±23.3 ^{f,g}	563±13.4 ^{h,i}
48	538±18.7 ^j	882±16.2 ^j	495±16.8 ^g	537±17.4 ⁱ

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Tablo 4. Farklı şartlarda kurutulmuş ve kükürtlemiş kayısıların kalıntı kükürt içeriklerinde 35 °C’de depolama süresince meydana gelen değişimi**Table 4.** Changes in residual sulphur content of apricots dried and sulphurized under different conditions during storage at 35 °C

Zaman(hafta) Time (week)	SO ₂ (mg/kg kayısı (%25 nem)) SO ₂ (mg/kg apricot (25 % moisture))			
	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/2S
0	946±26.7 ^a	1598±30.8 ^a	840±30.4 ^a	1087±27.4 ^a
2	833±21.6 ^b	995±22.6 ^b	768±15.8 ^b	934±22.6 ^b
4	725±27.5 ^c	859±17.9 ^c	659±28.1 ^c	775±16.3 ^c
6	613±30.6 ^d	768±11.5 ^d	561±16.4 ^d	628±16.8 ^d
8	513±20.7 ^e	511±23.7 ^e	470±19.4 ^e	477±23.7 ^e
16	417±22.6 ^f	405±21.8 ^f	380±11.9 ^f	310±14.3 ^f
24	300±27.3 ^g	319±28.6 ^g	286±19.7 ^g	191±17.8 ^g
32	191±11.8 ^h	220±14.5 ^h	191±20.7 ^h	157±11.8 ^h
40	160±20.8 ^{h,i}	210±22.8 ^h	174±14.9 ^h	126±21.6 ^{h,i}
48	135±16.7 ⁱ	205±20.7 ^h	156±15.7 ^h	110±16.8 ⁱ

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).



Şekil 1. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince GDH-RF/2S ürününün kalıntı kükürt içeriğindeki değişim

Figure 1. Changes in residual sulphur content of GDH-RF/2S product during storage at different temperatures

β-Karoten Miktarındaki Değişim

Depolama sıcaklığı ve süresinin β -karoten içeriği üzerine etkisi Tablo 5, 6 ve 7’de sunulmuştur. Üç farklı sıcaklıkta saklanan ürünlerin 48 haftanın sonundaki β -karoten içerikleri 5°C için 2.7-5.6 mg/100 g kuru ağırlık, 20 °C için 2.3-5.3 mg/100 g kuru ağırlık ve 35°C için ise 0.7-3.4 mg/100 g kuru ağırlık arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek β -karoten kaybı 35°C’de saklanan ürünlerde görülmüştür. Kükürtleme işlemi uygulanmış ürünlerde (GDH-RF/1S, GDH-RF/2S, GDHRF/EX+1S ve GK/2S) depolama sıcaklığının 5°C’den 35°C’ye artması ürünlerdeki kükürt konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur (Tablo 2, 3 ve 4). Ürünlerdeki kükürt konsantrasyonunun azalması da, β -karotenin 35°C’de depolanması sırasında oksidasyonunu hızlandırmış olabilir. Güçlü antioksidan aktivitesi nedeniyle SO₂, karotenoidlerin kuruma

ve depolama sırasında oksidasyona karşı korunmasında çok etkilidir (Türkyılmaz ve ark., 2013b). Yapılan çalışmalar göstermiştir ki kükürt kullanımı depolamada β -karoten parçalanmasını önemli ölçüde engellemektedir (Salur-can ve ark., 2017; Türkyılmaz ve ark., 2013a). Ayrıca üründe mevcut kükürt miktarının fazla olmasının da β -karoten kaybının azaltılmasında olumlu katkı sunduğu rapor edilmiştir (Salur-can ve ark., 2017). Özellikle GK/2S üründe 35°C’de çok hızlı bir kükürt kaybının yaşanması (Tablo 7), β -karoten kaybının neredeyse kükürtsüz ürünler seviyesine çıkmasına sebep olmuştur. Türkyılmaz ve ark. (2013a) tarafından yapılan bir çalışmada depolama sırasında kükürt konsantrasyonu azalmasıyla β -karoten kaybı arasında bir korelasyon tespit edilmiştir. Kükürtlenmemiş ürünlerde benzer şekilde yüksek depolama sıcaklıklarında daha fazla β -karoten kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir.

Tablo 5. Farklı şartlarda kurutulmuş kayısıların β -karoten içeriğinin 5 °C’de depolama süresince meydana gelen değişimi
Table 5. Changes in β -carotene content of apricots dried under different conditions during storage at 5 °C

Zaman (Hafta) Time (Week)	β -karoten (mg/100 g kuru ağırlık) β -carotene (mg/100 g dry weight)					
	GDH/RF	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/GK	GK/2S
0	5.5 ± 0.5 ^c	5.9 ± 0.5 ^a	6.3 ± 0.8 ^a	6.0 ± 0.6 ^a	4.0 ± 0.4 ^c	4.5 ± 0.7 ^a
4	5.3 ± 0.4 ^c	5.7 ± 0.6 ^a	6.2 ± 0.8 ^a	5.9 ± 0.5 ^a	3.8 ± 0.0 ^c	4.4 ± 0.7 ^a
8	5.1 ± 0.3 ^c	5.6 ± 0.4 ^a	6.2 ± 0.7 ^a	5.7 ± 0.5 ^a	3.6 ± 0.2 ^{b,c}	4.3 ± 0.8 ^a
16	4.9 ± 0.2 ^{b,c}	5.4 ± 0.6 ^a	6.0 ± 0.6 ^a	5.6 ± 0.8 ^a	3.4 ± 0.3 ^{a,b,c}	4.1 ± 0.7 ^a
24	4.6 ± 0.4 ^{b,c}	5.3 ± 0.7 ^a	5.8 ± 0.8 ^a	5.5 ± 0.1 ^a	3.3 ± 0.3 ^{a,b,c}	3.9 ± 1.1 ^a
32	4.2 ± 0.3 ^{a,b}	5.2 ± 0.7 ^a	5.8 ± 0.8 ^a	5.4 ± 0.1 ^a	3.2 ± 0.4 ^{a,b,c}	3.7 ± 0.6 ^a
40	3.7 ± 0.5 ^a	5.0 ± 0.6 ^a	5.7 ± 0.7 ^a	5.3 ± 0.2 ^a	2.8 ± 0.4 ^{a,b}	3.4 ± 0.4 ^a
48	3.5 ± 0.4 ^a	4.9 ± 0.3 ^a	5.6 ± 0.5 ^a	5.1 ± 0.4 ^a	2.7 ± 0.4 ^a	3.1 ± 0.5 ^a

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Tablo 6. Farklı şartlarda kurutulmuş kayısıların β -karoten içeriğinin 20 °C’de depolama süresince meydana gelen değişimi
Table 6. Changes in β -carotene content of apricots dried under different conditions during storage at 20 °C

Zaman (Hafta) Time (Week)	β -karoten (mg/100 g kuru ağırlık) β -carotene (mg/100 g dry weight)					
	GDH/RF	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/GK	GK/2S
0	5.5 ± 0.5 ^c	5.9 ± 0.5 ^d	6.3 ± 0.8 ^a	6.0 ± 0.6 ^a	4.0 ± 0.4 ^f	4.5 ± 0.7 ^b
4	5.4 ± 0.5 ^c	5.7 ± 0.4 ^{c,d}	6.2 ± 0.7 ^a	5.9 ± 0.5 ^a	3.8 ± 0.3 ^{e,f}	4.4 ± 0.8 ^b
8	5.1 ± 0.6 ^c	5.6 ± 0.2 ^{b,c,d}	6.1 ± 0.6 ^a	5.7 ± 0.5 ^a	3.5 ± 0.1 ^{d,e,f}	4.1 ± 0.5 ^{a,b}
16	4.7 ± 0.4 ^{b,c}	5.3 ± 0.4 ^{a,b,c,d}	5.8 ± 0.9 ^a	5.6 ± 0.4 ^a	3.3 ± 0.2 ^{c,d,e}	3.9 ± 0.3 ^{a,b}
24	4.5 ± 0.3 ^{b,c}	5.2 ± 0.4 ^{a,b,c,d}	5.6 ± 0.7 ^a	5.4 ± 0.7 ^a	3.1 ± 0.3 ^{b,c,d}	3.7 ± 0.6 ^{a,b}
32	4.1 ± 0.2 ^{a,b}	5.0 ± 0.1 ^{a,b,c}	5.4 ± 0.8 ^a	5.2 ± 0.6 ^a	2.8 ± 0.3 ^{a,b,c}	3.2 ± 0.2 ^{a,b}
40	3.7 ± 0.4 ^{a,b}	4.8 ± 0.1 ^{a,b}	5.4 ± 1.0 ^a	5.0 ± 0.7 ^a	2.6 ± 0.2 ^{a,b}	3.0 ± 0.2 ^{a,b}
48	3.4 ± 0.3 ^a	4.7 ± 0.1 ^a	5.3 ± 0.7 ^a	4.9 ± 0.2 ^a	2.3 ± 0.4 ^a	2.8 ± 1.1 ^a

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Tablo 7. Farklı şartlarda kurutulmuş kayısıların β -karoten içeriğinin 35 °C’de depolama süresince meydana gelen değişimi
Table 7. Changes in β -carotene content of apricots dried under different conditions during storage at 35 °C

Zaman (Hafta) Time (Week)	β -karoten (mg/100 g kuru ağırlık) β -carotene (mg/100 g dry weight)					
	GDH/RF	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH-RF/EX+1S	GK/GK	GK/2S
0	5.5 ± 0.5 ^d	5.9 ± 0.5 ^c	6.3 ± 0.8 ^e	6.0 ± 0.6 ^d	4.0 ± 0.4 ^d	4.5 ± 0.7 ^c
4	5.2 ± 0.6 ^d	5.7 ± 0.6 ^c	5.9 ± 0.7 ^{d,e}	5.8 ± 0.6 ^{c,d}	3.7 ± 0.4 ^{c,d}	4.3 ± 0.4 ^c
8	5.1 ± 0.8 ^d	5.6 ± 0.8 ^c	5.6 ± 0.6 ^{c,d,e}	5.5 ± 0.4 ^{c,d}	3.4 ± 0.6 ^{c,d}	4.0 ± 0.5 ^c
16	4.7 ± 0.4 ^{c,d}	5.2 ± 0.9 ^{b,c}	5.4 ± 0.8 ^{c,d,e}	5.3 ± 0.4 ^{b,c,d}	3.2 ± 0.3 ^{c,d}	3.8 ± 0.3 ^{b,c}
24	4.3 ± 0.7 ^{c,d}	5.0 ± 1.0 ^{b,c}	5.3 ± 0.7 ^{c,d,e}	5.2 ± 0.5 ^{b,c,d}	3.0 ± 0.7 ^{c,d}	3.5 ± 1.0 ^{b,c}
32	3.5 ± 0.7 ^{b,c}	3.9 ± 0.2 ^{a,b}	4.5 ± 0.6 ^{a,b,c}	4.7 ± 0.5 ^{b,c}	2.5 ± 0.7 ^{b,c}	2.5 ± 0.7 ^a
40	2.2 ± 0.2 ^{a,b}	3.1 ± 0.1 ^a	4.0 ± 0.3 ^{a,b}	4.2 ± 0.5 ^{a,b}	1.8 ± 0.6 ^{a,b}	1.8 ± 0.3 ^a
48	1.2 ± 0.7 ^a	2.4 ± 0.4 ^a	3.4 ± 0.3 ^a	3.1 ± 0.4 ^a	0.7 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.5 ^a

Her örnek için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Mikrobiyal Değişim

Kuru kayıslarda depolama süresince mikrobiyal stabilitenin belirlenmesi amacıyla, toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) ve toplam aerob psikrofil bakteri (TAPB) sayımları, maya-küf sayımları, *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakteri sayımları yapılmıştır. Gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonucunda *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterileri ile TAPB sayılarının teşhis limitlerinin altında olduğu (<4 kob/g) saptanmıştır. Kükürtlenmiş ürünlerin depolama başlangıcında TAMB sayısının 8.88×10^1 - 1.43×10^2 kob/g arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 8). Elde edilen değerler farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların mikrobiyal yüklerindeki değişimi inceleyen Türkyılmaz ve ark. (2013a) tarafından rapor edilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Kükürtlenmemiş ürünlerde ise bu değer GDH-RF sisteminde kurutulmuş örnek için 1.88×10^2 kob/g ve güneş altında kurutulmuş örnek için 4.38×10^3 kob/g olarak saptanmıştır. Geleneksel güneş altında kurutma yönteminde kayısların uzun süre direkt açık hava ile temasta olması ve bu süreçte antimikrobiyal aktiviteye sahip olan kükürdün uzaklaşması bu ürünlerin mikrobiyal yüklerinin GDH-RF sistemi ile kurutulmuş örneklerden yüksek olmasını açıklamaktadır. Ayrıca fıstık kabuğu ekstraktı ve 1 kg/ton kükürt ile ön işlem gören ürünlerin (GDH-RF/EX+1S) depolama başlangıcında TAMB sayısı sadece 1 kg/ton kükürt uygulanan örnekler (GDH-RF/1S) ile hemen hemen aynı bulunmuştur. Fakat farklı sıcaklıklarda depolama sonunda GDH-RF/EX+1S örneklerinin TAMB sayısı GDH-RF/1S örneklerine oranla daha çok azalmıştır. Fıstık kabuğundan elde edilen ekstraktların antimikrobiyal özellik gösterdiği literatürde farklı çalışmalarda rapor edilmiştir (Öztürk ve ark., 2010; Al-Juhaimi ve ark., 2017; Sadeghinejad ve ark., 2019). Fıstık kabuğu ekstraktı içeren örneklerde meydana gelen azalmanın ekstraktın bu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 8'de de görüldüğü gibi farklı ön işlem ve kurutma teknikleri uygulanarak üretilen ve farklı sıcaklıklarda (5, 20 ve 35 °C) 48 hafta depolanan kuru kayısların, genel olarak TAMB yüklerinde başlangıca göre az da olsa bir azalma tespit edilmiştir. Ayrıca 35 °C'de depolanan örneklerin TAMB yüklerinde meydana gelen azalma 5 °C ve 20 °C'de depolanan örneklerde meydana gelen azalmadan bir miktar daha yüksektir. Ürünlerin başlangıç nem oranları yaş bazda %20.62 ile %22.73 arasında iken, 35°C'de 48 hafta depolama sonunda bu değer %9.38 ile 10.60 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ürünlerin nem miktarında dolayısıyla su aktivitelerinde meydana gelen bu ciddi düşüş, 35°C'de depolanan ürünlerin TAMB yüklerinde meydana gelen azalmayı açıklamaktadır. Literatürde de benzer eğilim rapor edilmiş olup, kuru kayısların mikrobiyal yükünün su

aktivitesi ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (Sağır ve ark., 2008; Türkyılmaz ve ark., 2013a).

Toplam maya ve küf sadece kükürtlenmeden güneş altında kurutulmuş GK/GK örneğinde görülmüş olup diğer ürünlerde bu mikroorganizmaların sayılarının teşhis limitlerinin altında olduğu (<4 kob/g) saptanmıştır. GK/GK örneğinde depolama başlangıcında toplam maya ve küf sayısı 1.73×10^2 kob/g olarak bulunmuştur. Karabulut ve ark. (2007) güneşte kurutulmuş Hacihaliloğlu çeşidi kayıslar için bu değeri 1.30×10^2 kob/g olarak rapor etmişlerdir. Toplam maya ve küf sayısı 5, 20 ve 35 °C'de 48 hafta depolama sonunda sırasıyla 4.70×10^1 kob/g, 1.50×10^1 kob/g ve 6.00 kob/g'a düşmüştür. Bu azalma yukarıda da belirtildiği üzere depolama sırasında nem düzeylerinde meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'nin Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde kurutulmuş meyvelerde toplam maya ve küf sayısı için belirlenen limit 1.00×10^4 kob/g'dır. Bu değer göz önünde bulundurulduğunda güneş altında kurutulmuş ve farklı sıcaklıklarda depolanan örneklerin hepsi içerdikleri toplam maya ve küf sayısı ile bu kritere uygun bulunmuştur.

Fıstık Kabuğu Ekstraktı ile Ön İşlem Gören Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolama Süresince Fenolik İçeriğinde Meydana Gelen Değişim

Fıstık kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısların farklı sıcaklıklarda 48 hafta boyunca depolanmaları sırasında toplam fenolik miktarlarında meydana gelen değişim Tablo 9'da verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler farklı sıcaklıklarda saklanan örneklerin fenolik madde miktarlarında zamana bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli bir azalma olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). En fazla fenolik kaybı 20°C'de depolanan örneklerde tespit edilmiş olup, 5 ve 35°C'de muhafaza edilen örneklerdeki kayıp daha azdır. Fıstık kabuğu ekstraktının fenolik kompozisyonuna bakıldığında ağırlıklı olarak gallik asit içerdiği literatürde birçok çalışmada rapor edilmiştir (Kılıç ve ark., 2016; Sönmezdağ ve ark., 2017). Rocha-Parra ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 38°C'de depolama sırasında fenolik bileşenler üzerinde su aktivitesinin önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada farklı su aktivitelerinde muhafaza edilen ürünlerin fenolik içeriği analiz edilmiş ve artan su aktivitesiyle gallik asit miktarında bir değişiklik gözlenmezken diğer fenoliklerin ciddi oranda azaldığı tespit edilmiştir. Fıstık kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısların başlangıç nem oranı yaş bazda %21.35 iken 48. hafta sonunda bu değer 20°C'de depolanan örneklerde %18.44, 35°C'de muhafaza edilen örneklerde ise %10.07 olarak tespit edilmiştir. 20°C'de muhafaza edilen kayısların nem oranları, dolayısıyla su aktiviteleri 35°C'deki örneklere

kıyasla daha yüksektir. Bu bilgiler göz önünde bulundurularak 20°C’de muhafaza edilen kayisuların fenolik miktarındaki azalma açıklanabilir. 5°C’de saklanan ürünlerde nem oranı dolayısıyla su aktivitesi diğer sıcaklıklarda saklanan ürünlere göre yüksektir. Buna rağmen fenolik

kaybının bu ürünlerde az olmasının muhtemel nedeni, bu koşullarda sıcaklığın düşük olmasıdır. 35°C’deki örneklerde ise sıcaklık yüksek olmasına rağmen nem oranının dolayısıyla su aktivitesinin zamanla düşmesi fenolik kaybını azaltmıştır.

Tablo 8. Farklı sıcaklıklarda depolanma sırasında kuru kayisuların toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayılarında (kob/g) meydana gelen değişim

Table 8. Changes in total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) counts (cfu/g) of dried apricots during storage at different temperatures

Sıcaklık (°C) Temperature (°C)	Zaman (Hafta) Time (Week)	GDH/RF	GDH-RF/1S	GDH-RF/2S	GDH- RF/EX+1S	GK/GK	GK/2S
5	0	1.88×10 ²	1.43×10 ²	8.90×10 ¹	1.42×10 ²	4.38×10 ³	1.39×10 ²
		± 2.40×10 ¹	± 2.17×10 ¹	± 2.10×10 ¹	± 2.44×10 ¹	± 4.47×10 ²	± 2.24×10 ¹
	4	1.90×10 ²	1.33×10 ²	8.20×10 ¹	1.04×10 ²	4.51×10 ³	1.30×10 ²
		± 2.12×10 ¹	± 1.93×10 ¹	± 1.23×10 ¹	± 2.11×10 ¹	± 3.82×10 ²	± 1.95×10 ¹
	8	1.67×10 ²	1.37×10 ²	7.70×10 ¹	9.30×10 ¹	4.12×10 ³	1.19×10 ²
20		± 1.56×10 ¹	± 2.40×10 ¹	± 0.96×10 ¹	± 0.91×10 ¹	± 4.15×10 ²	± 1.73×10 ¹
	16	1.51×10 ²	1.17×10 ²	6.40×10 ¹	8.20×10 ¹	3.76×10 ³	1.06×10 ²
		± 1.24×10 ¹	± 1.63×10 ¹	± 1.37×10 ¹	± 1.13×10 ¹	± 3.36×10 ²	± 0.97×10 ¹
	24	1.37×10 ²	1.08×10 ²	4.90×10 ¹	7.30×10 ¹	3.05×10 ³	9.70×10 ¹
		± 1.31×10 ¹	± 1.17×10 ¹	± 0.85×10 ¹	± 1.42×10 ¹	± 3.17×10 ²	± 1.26×10 ¹
35	32	1.50×10 ²	1.12×10 ²	4.15×10 ¹	6.40×10 ¹	2.82×10 ³	1.20×10 ²
		± 1.60×10 ¹	± 1.40×10 ¹	± 0.60×10 ¹	± 0.80×10 ¹	± 2.94×10 ²	± 1.10×10 ¹
	40	1.25×10 ²	9.80×10 ¹	4.60×10 ¹	7.20×10 ¹	2.51×10 ³	9.35×10 ¹
		± 1.20×10 ¹	± 0.80×10 ¹	± 0.70×10 ¹	± 0.90×10 ¹	± 3.26×10 ²	± 0.80×10 ¹
	48	1.10×10 ²	8.10×10 ¹	3.90×10 ¹	6.80×10 ¹	2.10×10 ³	6.90×10 ¹
35		± 1.10×10 ¹	± 0.60×10 ¹	± 0.30×10 ¹	± 0.75×10 ¹	± 2.83×10 ²	± 1.00×10 ¹
	4	1.84×10 ²	1.47×10 ²	8.10×10 ¹	1.06×10 ²	4.72×10 ³	1.29×10 ²
		± 1.14×10 ¹	± 1.90×10 ¹	± 1.10×10 ¹	± 1.61×10 ¹	± 4.56×10 ²	± 2.04×10 ¹
	8	1.89×10 ²	1.43×10 ²	7.16×10 ¹	9.72×10 ¹	4.42×10 ³	1.15×10 ²
		± 2.47×10 ¹	± 2.44×10 ¹	± 1.46×10 ¹	± 1.58×10 ¹	± 4.04×10 ²	± 1.93×10 ¹
35	16	1.69×10 ²	1.35×10 ²	5.88×10 ¹	8.48×10 ¹	3.84×10 ³	1.06×10 ²
		± 1.62×10 ¹	± 1.67×10 ¹	± 0.88×10 ¹	± 1.03×10 ¹	± 3.48×10 ²	± 1.78×10 ¹
	24	1.52×10 ²	1.17×10 ²	5.14×10 ¹	7.56×10 ¹	3.37×10 ³	9.20×10 ¹
		± 0.97×10 ¹	± 0.86×10 ¹	± 1.27×10 ¹	± 1.69×10 ¹	± 3.53×10 ²	± 0.85×10 ¹
	32	1.75×10 ²	1.34×10 ²	4.80×10 ¹	8.30×10 ¹	3.15×10 ³	1.35×10 ²
35		± 1.20×10 ¹	± 1.10×10 ¹	± 0.70×10 ¹	± 1.80×10 ¹	± 3.10×10 ²	± 1.50×10 ¹
	40	1.35×10 ²	1.20×10 ²	5.10×10 ¹	7.45×10 ¹	2.89×10 ³	9.00×10 ¹
		± 1.10×10 ¹	± 1.00×10 ¹	± 0.40×10 ¹	± 1.20×10 ¹	± 2.83×10 ²	± 0.40×10 ¹
	48	1.20×10 ²	1.10×10 ²	4.65×10 ¹	7.20×10 ¹	2.45×10 ³	8.60×10 ¹
		± 1.45×10 ¹	± 0.70×10 ¹	± 1.10×10 ¹	± 1.10×10 ¹	± 1.87×10 ²	± 0.90×10 ¹
35	4	1.81×10 ²	1.48×10 ²	7.86×10 ¹	1.01×10 ²	5.13×10 ³	1.25×10 ²
		± 2.33×10 ¹	± 2.26×10 ¹	± 1.72×10 ¹	± 1.87×10 ¹	± 4.62×10 ²	± 2.12×10 ¹
	8	1.84×10 ²	1.37×10 ²	6.68×10 ¹	8.90×10 ¹	4.27×10 ³	1.13×10 ²
		± 2.85×10 ¹	± 1.89×10 ¹	± 0.87×10 ¹	± 1.02×10 ¹	± 3.79×10 ²	± 2.17×10 ¹
	16	1.68×10 ²	1.29×10 ²	5.70×10 ¹	7.90×10 ¹	3.32×10 ³	9.70×10 ¹
35		± 1.61×10 ¹	± 1.15×10 ¹	± 0.94×10 ¹	± 0.83×10 ¹	± 3.06×10 ²	± 0.71×10 ¹
	24	1.43×10 ²	1.20×10 ²	4.60×10 ¹	6.80×10 ¹	2.87×10 ³	8.70×10 ¹
		± 0.80×10 ¹	± 0.94×10 ¹	± 0.70×10 ¹	± 0.79×10 ¹	± 2.85×10 ²	± 0.83×10 ¹
	32	1.20×10 ²	1.05×10 ²	5.20×10 ¹	6.56×10 ¹	3.15×10 ³	7.50×10 ¹
		± 1.10×10 ¹	± 1.20×10 ¹	± 0.90×10 ¹	± 0.70×10 ¹	± 1.50×10 ²	± 0.50×10 ¹
35	40	1.00×10 ²	9.75×10 ¹	4.30×10 ¹	7.20×10 ¹	2.25×10 ³	6.80×10 ¹
		± 0.75×10 ¹	± 1.10×10 ¹	± 0.63×10 ¹	± 0.90×10 ¹	± 1.60×10 ²	± 0.45×10 ¹
	48	8.50×10 ¹	6.50×10 ¹	3.50×10 ¹	6.10×10 ¹	1.90×10 ³	5.40×10 ¹
		± 0.60×10 ¹	± 0.80×10 ¹	± 0.50×10 ¹	± 0.50×10 ¹	± 1.72×10 ²	± 0.60×10 ¹

Tablo 9. Farklı sıcaklıklarda depolama sırasında antepfıstığı kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısıların toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/g kuru madde)

Table 9. Total phenolic content (mg GAE / g dry matter) of dried apricots pre-treated with pistachio hull extract during storage at different temperatures

Fenolik madde miktarı (mg GAE/g kuru madde)			
Phenolic content (mg GAE / g dry matter)			
Zaman (hafta)	Sıcaklık (°C)		
Time (week)	Temperature (°C)		
	5	20	35
0	47.28±0.35 ^a	47.28±0.35 ^a	47.28±0.35 ^a
2	46.81±0.44 ^a	45.31±0.25 ^b	46.12±0.27 ^b
4	46.39±0.32 ^{a,b}	42.89±0.82 ^c	45.22±1.10 ^{b,c}
6	45.54±1.20 ^b	40.50±0.28 ^d	44.39±0.13 ^c
8	44.42±0.64 ^c	38.65±0.23 ^e	43.12±0.63 ^d
16	43.10±0.38 ^d	36.10±0.35 ^f	40.86±0.28 ^e
24	41.70±0.26 ^e	33.90±1.07 ^g	37.20±0.94 ^f
32	39.54±0.53 ^f	29.37±0.32 ^h	36.85±0.57 ^f
40	37.92±0.19 ^g	25.86±0.41 ⁱ	36.54±0.34 ^f
48	36.68±0.64 ^g	22.64±0.26 ^j	36.24±0.71 ^f

Her sıcaklık değeri için farklı harfler istatistiksel olarak farklılıklarını göstermektedir ($p < 0.05$).

Sonuç

Bu çalışmada farklı ön işlem ve kurutma teknikleri uygulanarak elde edilmiş kuru kayısıların 3 farklı sıcaklık değerinde (5, 20 ve 35°C) 48 hafta boyunca saklanması sırasında β -karoten içerikleri, SO₂ miktarları ve mikrobiyal özelliklerinde meydana gelen değişim incelenmiştir. Ayrıca antepfıstığı kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısıların toplam fenolik miktarında zamanla sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen değişim incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 5°C’de depolanan ürünlerde kükürt ve β -karoten kaybının 20°C ve 35 °C’de depolanan ürünlere kıyasla daha az olduğu tespit edilmiştir. Kükürtleme ön işleminin depolamada β -karoten parçalanmasını önemli ölçüde engellediği görülmüştür. Fıstık kabuğu ekstraktı ile ön işlem gören kuru kayısıların fenolik madde miktarlarında zamana bağlı olarak önemli bir azalma olduğu ve bu azalmanın en fazla 20°C’de depolanan örneklerde olduğu görülmüştür. Ayrıca fıstık kabuğu ekstraktı uygulamasının mikrobiyal kalite göz önünde bulundurulduğunda depolama açısından avantaj sağladığı saptanmıştır. Güneş enerjisi destekli havalı ön kurutmayı takiben RF kurutma sistemi, geleneksel güneş altında kurutma ile kıyaslandığında daha az kükürt kaybına neden olmuştur. Bu nedenle bu sistem ilk uygulanacak kükürt miktarının düşük olması ve sağlık açısından daha tercih edilebilir ürünler üretilmesine

olanak sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar bu sistemin ürünlerin kalitesini koruyarak endüstride farklı meyve ve sebzelerin kurutulmasında alternatif bir teknoloji olabileceğini göstermiştir.

Etik Standart 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: Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) (Proje No:118O026) tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alagöz, S., Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M. (2015). Effects of different sorbic acid and moisture levels on chemical and microbial qualities of sun-dried apricots during storage. *Food Chemistry*, 174, 356-364. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.075>

Al-Juhaimi, F., Adiamo, O.Q., Alsawmahi, O.N., Gahfoor, K., Islam Sarker, M.Z., Mohamed Ahmed, I.A., Babiker, E.E. (2017). Effect of pistachio seed hull extracts on quality attributes of chicken burger. *CyTA-Journal of Food*, 15, 9-14. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1193057>

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990). Official Methods of Analysis, 15th edn, Arlington, VA: AOAC. 1st supplement, Method 990.28.

Barba, A.I.O., Hurtado, M.C., Mata, M.C.S., Ruiz, V.F., de Tejada, M.L.S. (2006). Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and beta-carotene in vegetables. *Food Chemistry*, 95(2), 328-336. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.028>

Coşkun, A.L. (2010). Farklı Kükürtleme Yöntemlerinin ve Depolama Sıcaklıklarının Kuru Kayısıların Fiziksel ve Kimyasal Niteliklerine Etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 119.

Coşkun, A.L., Türkyılmaz, M., Aksu, Ö., Koç, B.E., Yemiş, O., Özkan, M. (2013). Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chemistry*, 141, 3670-3680.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.033>

FAOSTAT 2018. FAOSTAT statistical database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed 29.04.2020).

García-Martínez, E., Igual, M., Martín-Esparza, M.E., Martínez-Navarrete, N. (2013). Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 3247-3255.

<https://doi.org/10.1007/s11947-012-0988-1>

Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H., Maskan, M. (2017). Drying kinetics of apricot halves in a microwave-hot air hybrid oven. *Heat and Mass Transfer*, 53(6), 2117-2127.

<https://doi.org/10.1007/s00231-017-1973-z>

Inserra, L., Cabaroğlu, T., Şen, K., Arena, E., Balistreri, G., Fallico, B. (2017). Effect of sulphuring on physicochemical characteristics and aroma of dried Alkaya apricot: a new Turkish variety. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41, 59-68.

<https://doi.org/10.3906/tar-1607-60>

Işınay, B. (2020). Effect of combined radio-frequency and solar assisted air drying on properties of dried apricot. Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.

İncedayi, B., Tamer, C.E., Sinir, G.Ö., Suna, S., Çopur, Ö.U. (2016). Impact of different drying parameters on color, β -carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Food Science and Technology*, 36, 171-178.

<https://doi.org/10.1590/1678-457X.0086>

Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., Öztürk, B. (2007). Effect of hot air drying and sun drying

on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 40, 753-758.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.05.001>

Kayran, S., Doymaz, İ. (2017). Infrared drying and effective moisture diffusivity of apricot halves: Influence of pretreatment and infrared power. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12827.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.12827>

Kılıç, I. H., Sarıkürkçü, C., Karagöz, I.D., Uren, M.C., Koçak, M.S., Cilkiz, M., Tepe, B. (2016). A significant by-product of the industrial processing of pistachios: shell skin-RP-HPLC analysis, and antioxidant and enzyme inhibitory activities of the methanol extracts of *Pistacia vera* L. shell skins cultivated in Gaziantep, Turkey. *RSC Advances*, 6, 1203-1209.

<https://doi.org/10.1039/C5RA24530C>

Özbek, H.N., Koçak Yanık D., Fadıloğlu, S., Gögüş, F. (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from pistachio (*Pistacia vera* L.) hull. *Separation Science and Technology*, 55, 289-299.

<https://doi.org/10.1080/01496395.2019.1577444>

Öztürk, I., Ekici, L., Yetim, H., Sağdıç, O. (2010). Antioxidative, antiradikale und antimikrobielle Aktivitäten des Fruchthüllen-Extrakts von frischen Antep-Pistazien. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5, 163-167.

<https://doi.org/10.1007/s00003-009-0529-7>

Rajaei, A., Barzegar, M., Mobarez, A.M., Sahari, M.A., Esfahani, Z.H. (2010). Antioxidant, anti-microbial and antimutagenicity activities of pistachio (*Pistacia vera*) green hull extract. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 107-112.

<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.023>

Rocha-Parra, D.F., Lanari, M.C., Zamora, M.C., Chirife, J. (2016). Influence of storage conditions on phenolic compounds stability, antioxidant capacity and colour of freeze-dried encapsulated red wine. *LWT-Food Science and Technology*, 70, 162-170.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.038>

Sadeghinejad, N., Sarteshnizi, R.A., Gavlighi, H.A., Barzegar, M. (2019). Pistachio green hull extract as a natural antioxidant in beef patties: Effect on lipid and protein oxidation, color deterioration, and microbial stability during chilled storage. *LWT-Food Science and Technology*, 102, 393-402.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.060>

Sağırılı, F., Tağı, Ş., Özkan, M., Yemiş, O. (2008). Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 858-869.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.3162>

Sağırılı, F.Y. (2006). Orta nemli kayısıların depolanma stabilitesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Salur-Can, A., Türkyılmaz, M., Özkan, M. (2017). Effects of sulfur dioxide concentration on organic acids and β -carotene in dried apricots during storage. *Food Chemistry*, 221, 412-421.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.081>

Sönmezdağ, A.S., Kelebek, H., Selli, S. (2017). Characterization and comparative evaluation of volatile, phenolic and antioxidant properties of pistachio (*Pista-*

cia vera L.) hull. *Journal of Essential Oil Research*, 29, 262-270.

<https://doi.org/10.1080/10412905.2016.1216899>

Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M. (2013a). Changes in chemical and microbial qualities of dried apricots containing sulfur dioxide at different levels during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1526-1538.

<https://doi.org/10.1007/s11947-012-0884-8>

Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M., Öztürk, K., Öztürk, B. (2013b). Chemical and microbial differences in dried apricots containing sulfur dioxide at different levels. *Gıda*, 38(5), 275-282.

Wang, W., Wang, W., Jung, J., Yang, R., Tang, J., Zhao, Y. (2020). Investigation of hot-air assisted radio frequency (HARF) dielectric heating for improving drying efficiency and ensuring quality of dried hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 120, 179-190.

<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.01.006>

Zhou, X., Gao, H., Mitcham, E.J., Wang, S. (2018). Comparative analyses of three dehydration methods on drying characteristics and oil quality of in-shell walnuts. *Drying Technology*, 36(4), 477-490.

<https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1351452>

İstanbul' da satışı sunulan keklerde yer fıstığı kalıntısının araştırılması

Ayşe Seray ÇETİN¹, Hilal ÇOLAK², Hamparsun HAMPIKYAN³

Cite this article as:

Çetin, A.S., Çolak, H., Hampikyan, H. (2021). İstanbul' da satışı sunulan keklerde yer fıstığı kalıntısının araştırılması. *Food and Health*, 7(4), 272-278. <https://doi.org/10.3153/FH21028>

¹ İstanbul Gelişim Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Avcılar, 34320 İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Avcılar, 34320 İstanbul, Türkiye

³ Beykent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları, Büyükçekmece, 34320 İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

A.S.Ç. 0000-0003-0303-9157

H.Ç. 0000-0002-8293-7053

H.H. 0000-0002-9032-7861

Submitted: 20.03.2021

Revision requested: 19.04.2021

Last revision received: 21.04.2021

Accepted: 22.04.2021

Published online: 15.08.2021

Correspondence:

Ayşe Seray ÇETİN

E-mail: ascetin@gelisim.edu.tr



© 2021 The Author(s)

Available online at

<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Yer fıstığı, gıda alerjenleri içerisinde en tehlikeli olanıdır. Dolayısıyla gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ölümcül gıda kaynaklı anafilaksin en yaygın nedenidir. Yer fıstığı alerjisine sahip bireyler, yer fıstığı ile kontamine olan hammadde kullanımı, işleme sırasında çapraz bulaşma, ortak kullanılan ekipmanlardan katıksız alerjen taşınması, kasten katılma veya etiketleme kurallarına uyulmaması gibi durumlarda yer fıstığına maruz kalma tehlikesiyle karşı karşıyadırlar.

Bu çalışmada hem yer fıstığına alerjisi olan tüketici bireyleri hem de gıda üreticilerini bilinçlendirmek ve uyarmak adına İstanbul piyasasındaki keklerde ELISA ile yer fıstığı kalıntısı arandı. Bu amaçla etiketinde yer fıstığı içermediği bildirilen 42 adet ambalajlı kek ve satıcı tarafından yer fıstığı içermediği beyan edilen 42 adet ambalajsız açık kek olmak üzere toplamda 84 adet kek örneği toplandı. Çalışmanın sonucunda ambalajlı kek örneklerinin sadece 1 adedinde (%2,4) 6,15 ppm; ambalajsız kek örneklerinin ise 6 adedinde (%14) 2,5 ppm ile 20 ppm miktarları arasında ve 10 adedinde de (23,8) 20 ppm'den daha fazla miktarda yer fıstığı kalıntısı taşıdığı tespit edildi. Ambalajlı ve ambalajsız olarak satışı sunulan kek örneklerinin değişik miktarlarda yer fıstığı kalıntısı içermesinin Türk Gıda Kodeksi kriterlerine uygun olmadığı ve bundan dolayı da halk sağlığını tehdit edebileceği kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: Yer fıstığı, Alerji, İntolerans, Çapraz kontaminasyon, ELISA

ABSTRACT

Investigation of peanut residue in cakes sold in Istanbul

Peanuts are the most dangerous among food allergens. It is therefore the most common cause of deadly foodborne anaphylaxis in developed and developing countries. Individuals with peanut allergies are in danger of peanut exposure in cases such as the use of raw materials contaminated with peanuts, cross contamination during processing, unintentional transport of allergens from common equipment, deliberate participation or non-compliance with labeling rules.

In this study, peanut residue in cakes in Istanbul markets was investigated by ELISA to raise awareness and warn both consumers who are allergic to peanuts and food producers. For this purpose, a total of 84 cake samples were collected, including 42 packaged cakes that were declared free of peanuts on their labels and 42 unpackaged cakes that were declared free from peanuts by their producer/seller. As a result of the study, indicate that, the peanut residue was detected in one out of 42 analyzed packaged cake samples (2.4%) at a level of 6.15 ppm. Besides, in 6 unpackaged cake samples (14%) the peanut residue levels ranged between 2.5 ppm and 20 ppm. Moreover in 10 samples (23.8%) these levels were detected more than 20 ppm. In conclusion, cake samples sold with and without packaging may contain various amounts of peanut residues and this situation, which does not comply with Turkish Food Codex, can be harmful for the public health and life threatening for the allergic individuals.

Keywords: Peanut, Allergy, Intolerance, Cross contamination, ELISA

Giriş

Vücudun gıda ve gıda katkı maddelerine karşı oluşturduğu her türlü amormal klinik cevap gıda aşırı duyarlılığı olarak tanımlanmaktadır. Gıda intoleransı fizyolojik mekanizmalarla oluşan, gıda alerjisi ise immünolojik mekanizmalarla oluşan gıda aşırı duyarlılığıdır (Tamay, 2010). Gıdalara karşı vücutta gamma IgE antikorları oluşuyorsa gıda alerjisinden, IgE antikor oluşmuyorsa gıda intoleransından bahsetmek mümkündür (Gerth van Wijk ve ark., 2003).

Gıdalarda bulunan spesifik bir bileşenin bağışıklık sistemi tarafından tehlikeli olarak algılanmasının ardından bu istenmeyen maddeye karşı koymak için savuma sisteminin harekete geçmesi gıda alerjisi olarak tanımlanabilmektedir (Borchgrevink ve ark., 2010). Son 2-3 yılda gıda kaynaklı sağlık problemlerinin büyük bir kısmı genetik olan gıda alerjilerinden ve intoleranslarından dolayı gerçekleşmekte ve önemli bir halk sağlığı sorunu haline gelmektedir (Özer ve Tuncel, 2016; Seth ve ark., 2020).

Bazı spesifik kimyasalların ya da herhangi bir besin maddesinin sindirilmesi için gerek duyulan enzimlerin eksikliği sonucunda meydana gelen durum ise gıda intoleransı olarak tanımlanabilmektedir. Dünya nüfusunun yaklaşık %60'nın gıda duyarlılığına sahip olduğu düşünülmektedir (Wilson, 2010). Bireyler sık tüketilen süt, buğday, mısır, yumurta gibi besinlere duyarlılık gösterebilmektedir. (Gübür, 2012). Gıda intoleransları içinde en sık rastlanılanı laktoz intoleransı olup, dünyadaki yetişkin nüfusunun %50'sinde gözlenmektedir (Köseoğlu, 2020). Laktoz intoleransı dışında bazı bireyler, tat arttırıcılar (Monosodyum glutamat, MSG) veya koruyucular (sülfidler) gibi gıdalara eklenen katkı maddelerine karşı duyarlılık gösterebilmektedir.

En sık görülen gıda alerjenleri Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration – FDA) tarafından bir grup altında toplanmıştır. Yasaların belirlediği bu grupta 8 adet ana gıda alerjeni bulunmaktadır. Bu alerjenler; süt, yumurta, balık, kabuklu deniz canlıları (yengeç, karides, istakoz gibi), kabuklu ağaç yemişleri (badem, ceviz, pekan cevizi gibi), yer fıstığı, buğday ve soyadır. Yaklaşık 180 gıdanın alerjen olduğu bildirilmekte fakat tüm dünyada rapor edilen gıda alerjilerinin %90'ı bu sekiz gıdanın kaynaklanmaktadır (Erol, 2007, p.326; Karakılıç ve ark., 2014). Türkiye'de alerjen bildirimi yapılırken Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicini Bilgilendirme Yönetmeliğindeki 14 alerjen gıda maddesi kullanılmaktadır (Anonim, 2017). FDA'nın belirlediği alerjenlere ilaveten Türkiye'deki söz konusu yönetmelikte kereviz ve kereviz ürünleri, hardal ve hardal ürünleri, susam tohumu ve susam tohumu ürünleri, kükürt dioksit ve sülfidler, acı bakla ve acı bakla ürünleri, yumuşakçalar ve ürünleri bulunmaktadır.

Gıda alerjilerinin ve intoleranslarının mevcut bir tedavisi bulunmadığı için korunmada en etkili yöntem bireylerin alerjenleri veya intolerans gösterdikleri maddeyi içeren gıdaları diyetlerinden elemesidir (Erol, 2007, p. 330). Ayrıca şiddetli tepkilerde bireyler tarafından benzer antijen unsurları içeren besinlerin de diyetten elenmesi gerekmektedir. Yani buğday alerjisi olan bireylerin pirinç ve akdarıdan da uzak durması gerekmektedir (Gübür, 2012).

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) en yaygın gıda alerjenlerinin başında gelmektedir (Ojiewo ve ark., 2020). Değişik özelliklerinden dolayı piyasada tüketime sunulan pastacılık ürünleri, çikolata, şekerleme ve kek gibi unlu mamüllerde ingrediye olarak kullanılmaktadır. Yer fıstığı alerjisi hayatın erken dönemlerinde kendini belli etmekte ve ömür boyu sürmektedir. Fakat yapılan çalışmalar yer fıstığı alerjisine sahip çocukların yaklaşık %20'sinin sonunda bu alerjilerini aştığını göstermektedir (Finkelman, 2010). Bunun yanı sıra bazı insanlar yetişkinlik döneminde de yer fıstığına karşı alerji geliştirebilmektedir (Gupta ve ark., 2019). Duyarlılığı fazla olan kişilerde mikrogram miktarındaki alımlar reaksiyona sebep olabilirken, miligram miktarındaki alımlar sistemik reaksiyonlara yol açmaktadır. Hatta yer fıstığı alerjisi olan bazı bireylerde, bir odada fıstık ezmesi dolu bir kavanozun ağzının açık bırakılmasının bile reaksiyona sebep olduğu bildirilmiştir (Buttriss, 2002).

Bir bireyin yer fıstığına alerjisi var ise ağaç yemişlerine (badem, kaju, ceviz vb.) de alerjisinin olma olasılığı oldukça yüksektir. Ayrıca, yer fıstığı ve ağaç yemişleri sık sık üretim ve işleme aşamalarında birbirine temas edebilmektedir. Fıstık alerjisi olan çoğu insan soğuk preslenmiş veya ekstrüde edilmiş fıstık yağından kaçınmalıdır. Yüksek derecede rafine edilmiş fıstık yağının alerjen olarak etiketlenmesi gerekmesinde yer fıstığı alerjisi olan bir bireyin bu fıstık yağını tüketmeden önce doktoruna danışması gerekmektedir. Yer fıstığı alerjisine sahip bir bireyin kaçınması gereken bir besin de glutensiz gıdalarda yaygın bir un ikamesi olarak kullanılan acı baklaktır. Çünkü yapılan bir çalışmada, yer fıstığı ile bu baklagil arasında güçlü bir çapraz reaksiyon olduğu ortaya konmuştur. Restoranlarda özellikle Afrika, Asya (Çin, Hint, Endonezya, Tayland ve Vietnam) ve Meksika restoranlarında fıstık içermeyen bir yemek siparişi edildiğinde bile yüksek oranda çapraz temas riski bulunmaktadır (FARE 2020).

Yer fıstığı, fındık ve benzeri yağlı tohumlar genelde anafilaksi gibi ani ve ciddi seyreden alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Yer fıstığı alerjisinin belirtileri arasında en çok rastlananlar; boğaz ve solunum yollarının daralması (astım), cilt reaksiyonları (ürtiker, egzama, kurdeşen, kızarıklık ve

şişme), sindirim rahatsızlıkları (yutakta ödem), dudak ve yanak mukozasında kabarmadır. Alerjik etkiler genellikle yendikten sonra birkaç saniye içinde görülmektedir fakat kestane, fındık, badem ve yer fıstığı yağı solunumla bile alerjik reaksiyon oluşturmaktadır (Öztürk ve Besler, 2008, p.11).

Yer fıstığı alerjisinden oluşacak bir reaksiyonu önlemek adına yapılacak tek şey yer fıstığı ve ürünlerinden uzak durmaktır. Bu amaçla öncelikli olarak gıdalara ait etiket bilgilerinin dikkatlice incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Gıda üreticisi firmalar satışa sundukları gıdaların etiketlerinde tüketicinin bilgilendirilmesi için Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketiciyi Bilgilendirme Yönetmeliğine göre içeriğinde yer fıstığı ya da diğer alerji-intoleransa neden olan alerjenlerle ilgili bilgi vermek zorundadır. Bu alerjen bilgisi listenin geri kalan bölümünden bariz şekilde ayrılan bir biçimde belirtilmelidir. Eğer gıdanın bileşenler listesi bulunmuyorsa bu alerjen maddeler adlarının ardından "içerir" kelimesi kullanılarak vurgulanmalıdır (Anonim, 2017).

Yer fıstığı tohumları 32 farklı protein içermektedir (Pele, 2010). Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası İmmünoloji Dernekleri Birliği (WHO/IUIS, 2017) Alerjen İsimlendirme Alt Komitesi tarafından şimdiye kadar yer fıstığı alerjenlerinden sorumlu olarak 17 adet yer fıstığı proteini (Ara h 1 - Ara h 17) tanımlanmıştır. Fakat Ara h 1, Ara h 2 ve Ara h 6 proteinleri anafilaktik şoka sebep olan ana yer fıstığı alerjenleridir (Porterfield ve ark., 2009). Birçok araştırmacı tarafından yer fıstığı alerjenlerinin proteolitik sindirime, ısıya veya kimyasal denatürasyona karşı dirençli olduğu bildirilmektedir (Kopelman ve ark., 2010; Iqbal ve Ateeq, 2013; Toomer ve ark., 2013).

Bu çalışmada, anafilaktik şok gibi ciddi rahatsızlıklara yol açan ve halk sağlığını tehdit eden yer fıstığı alerjenine dikkat çekmek için İstanbul piyasasında satışa sunulan ve etiketinde yer fıstığı içermediği bildirilen ambalajlı ve ambalajsız keklerde yer fıstığı kalıntısının ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) ile araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmanın materyalini İstanbul piyasasında market, pastane ve unlu mamul satış noktalarında satışa sunulan ve içeriğinde yer fıstığı kullanılmadığı belirtilen 42 adet ambalajlanmış ve 42 adet ambalajlanmamış kek örnekleri oluşturdu. Ambalajlanmış keklerin etiketinde yer fıstığı içermediği bilgisi olmasına dikkat edildi. Satış noktalarından satın alınan ambalajlı ve ambalajsız kek örnekleri kapalı kaplarda İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarına taşınarak gerekli analizler yapıldı. Numunelerdeki yer fıstığının tespitine yarayan ELISA ile uyumlu, bir ambalajında 48 kuyucuğu bulunan

RIDASCREEN FAST Peanut Art. No.R6202 Ticari test kiti (R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany) kullanıldı.

Metot

Örnek Hazırlama

Alerjen Ekstraksiyon çözeltisinin seyreltilmesi:

Extraction Buffer 10 kat konsantredir. 37 °C'de su banyosunda kristalize form çözünene kadar ısıtıldı ve iyice karıştırıldı. Isıtılan konsantre çözelti distile su ile 1:10 oranında seyreltilti. 5 g numune homojenize edildi ve 1 g homojenize numune Falcon tüplerine alındı, 1 g yağsız süt tozu eklendi. 60 °C'de ısıtılan seyreltilmiş Ekstraksiyon Buffer'dan 20 mililitre (ml) eklenip karıştırıldı. 60 °C'deki su banyosunda ara ara çalkalayarak 10 dakika bekletildi. Ekstrakt 2500 devirde 4 °C'de 10 dakika santrüfüje edildi (Ekstrakt 2-8 °C'de 5 gün saklanabilir). ELISA uygulanmasında süpernatandan 100 mikrolitre (µl) kullanıldı. Yaklaşık 1mL süpernatandan 1.5 mL'lik santrifüj tüplerine alınarak 2500 devirde 10 dakika santrifüj edildi.

ELISA uygulaması:

Analiz için gerekli sayıda kuyucuk alınarak ELISA çerçevesine yerleştirildi. Standart ve örneklerin koyulacağı kuyucuklar belirlendi. Kuyucuklara 100 µL standart ve numune otomatik pipet yardımı ile konuldu ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında kuyucuklar 250 µL yıkama çözeltisi ile 3 defa yıkandı. Kuyucuklara 100 µL enzim/konjugat pipetlendi ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında kuyucuklar 250 µL yıkama çözeltisi ile 3 defa yıkandı. Kuyucuklara 100 µL substrat/kromojen pipetlendi. Karanlıkta ve oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı.

İnkübasyon sonrasında kuyucuklara 100 µL stop solution ilave edildi ve sonucu 10 dakika içerisinde 450 nm' de ELISA okuyucusu ile okutulup RIDAWIN software yazılımı ile değerlendirildi (Ridascreen 2018).

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, İstanbul piyasasındaki ambalajlı ve ambalajsız olarak (açıkta) satılan keklerin yer fıstığı kalıntısı taşıyıp taşımadığının belirlenmesi için toplamda 84 adet kek numunesi toplanarak analiz edilmiştir. Analiz, hassasiyeti 2.5 ppm ile 20 ppm arasında olan Ridascreen Fast Peanut Art. No. R6202 ticari Test kiti kullanılarak ELISA yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada analize alınan 42 adet ambalajlı (etiketinde yer fıstığı içerir ibaresi bulunmayan) olarak satışa sunulan kek örneğinin analize alınmasının ardından çıkan analiz sonuçlarına göre; 42 adet örneğin sadece 1 adedinde (%2.4) 6.15 ppm değerinde yer fıstığı kalıntısı saptanırken; diğer 41

örneğin (%97.6) hepsinde 2.5 ppm'den daha düşük seviyelerde yer fıstığı kalıntısı saptanmıştır.

Çalışmada analize alınan 42 adet ambalajsız (satıcı tarafından yer fıstığı içermediği beyan edilen) olarak satışa sunulan kek örneğinin analize alınmasından sonra çıkan analiz sonuçlarına göre ise; 42 adet örneğin 26 adedinde (%62) 2.5 ppm'den daha az, 6 adedinde (%14) 2.5 ppm ile 20 ppm miktarları arasında ve 10 adedinde de (%23.8) 20 ppm'den daha fazla miktarda yer fıstığı kalıntısı bulunduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma için yapılan literatür taramasında, Türkiye'de ambalajlı ya da ambalajsız olarak satışa sunulan kek, pasta bisküvi gibi fırıncılık ürünlerinde yer fıstığı kalıntısının araştırıldığı bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır.

Ambalajlı olarak satılan ve etiketinde 'yer fıstığı içerir' bilgisi bulunmayan 42 adet kek örneğinin 1 adedinde (%2.4) 6.15 ppm yer fıstığı kalıntısı tespit edilmiştir. Etiket bilgilerinde yer fıstığı içermediği bilgisi ile satışa sunulan kek ve diğer gıdaların analizlerinde farklı miktarlarda yer fıstığı kalıntısı saptanmasının değişik sebepleri olabilir. Düşük miktarlarda kalıntı bulunması; üretim ve ambalajlama aşamalarında üretim hatlarının veya kullanılan alet ekipmanların etkili şekilde temizlenmeden diğer ürünlerin üretimine başlanması sebebiyle oluşan çapraz kontaminasyondan kaynaklanabilmektedir (Craddock, 1997; Diebel ve ark., 1997; Vierk ve ark., 2002). Kalıntıların yüksek miktarlarda bulunması ise yanlış etiketleme, personel hatası, yanlış depolama gibi kasten ya da yanlışlıkla ortaya çıkan bir durum olduğu bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Diebel ve ark., 1997; Holzhauser ve Vieths, 1999).

Pele ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada Avrupa pazarından topladıkları 569 adet kurabiye ve çikolata örneğinde ELISA ile fındık ve yer fıstığı kalıntısı aranmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, çikolataların bildirilmemiş alerjenleri içerme olasılığının kurabiyelere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fındık kalıntılarının her iki gıda kategorisinde de yer fıstığı kalıntılarında daha yüksek miktarda tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kurabiye örneklerinden 7 adedinde ve çikolata örneklerinden sadece 1 adedinde 0.4 ppm değerinin üzerinde yer fıstığı kalıntısı tespit edildiği belirtilmiştir.

Surojanametakul ve ark. (2012) tarafından Tayland'da yapılan bir çalışmada etiketinde süt, yumurta, buğday ve yer fıstığı gibi alerjen içeriği bilgisi verilmeyen 142 adet gıda örneğinde değişik alerjenler ve yer fıstığı kalıntısı ELISA ile araştırılmıştır. Araştırılan 141 örneğin 139 adedinde 0.3 ppm'den az ve sadece 2 örnekte 0,3 ppm ile 10 ppm arasında yer fıstığı kalıntısı saptandığı bildirilmiştir.

Holzhauser ve Vieths (1999) ise Almanya'da yerel bir marketten alınan ve etiketinde yer fıstığı bilgisi bulunmayan 17 çeşitli gıda ürünü örneklerinin 5 tanesinde (yaklaşık %30'unda) 2 ile 18 ppm arasında yer fıstığı proteini bulunduğunu bildirmiştir.

Konuyla ilgili Tayland'da Surojanametakul ve ark. (2012) ve Almanya'da Holzhauser ve Vieths (1999) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar benzerlik gösterdiği ve etiket bilgisinde yer fıstığı varlığı belirtilmediği halde, ürün içeriklerinde değişik miktarlarda yer fıstığı kalıntısına rastlanmıştır.

Marsh ve ark. (2020) yaptıkları deneysel çalışmada bazı gıda maddelerinin üretiminde kullanılan kimyon ve sarımsak baharatlarının içeriğinde bulunan kavrulmuş yer fıstığı kalıntısının ELISA ile 10 ppm'den az miktarda bile tespit edilebildiğini bildirmiştir.

Çalışmada ambalajlı (etiketinde yer fıstığı içerir bilgisi bulunmayan) diğer 41 adet kek örneğinde de 2.5 ppm'den az yer fıstığı kalıntısı içerdiği düşünülmektedir. Aslında 2.5 ppm'den az yer fıstığı kalıntısı olan kek örneklerinin bile yer fıstığı alerjisi bulunan hassas kişilerce tüketilmesiyle tehlike yaratacağı bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Holzhauser ve Vieths, 1999; Surojanametakul ve ark., 2012).

Çalışmada ambalajsız olarak açıkta satışa sunulan ve satıcı tarafından 'yer fıstığı içermez' bilgisi verilen 42 adet kek örneğinin 26 adedinde; (%62) 2.5 ppm'den daha az, 6 adedinde (%14) 2.5 ppm ile 20 ppm miktarları arasında ve 10 adedinde de (%23.8) 20 ppm'den daha fazla miktarda yer fıstığı kalıntısı tespit edilmiştir. 2.5 ppm ile 20 ppm miktarları arasında ve 20 ppm'den büyük çıkan kek örneklerinin (16 adet) yer fıstığı alerjisi olan kişilerde ölümcül anafilaktik şoka bile yol açacağı düşünülmektedir.

Yu ve Mikiashvili (2020) yaptıkları bir çalışmada bazı spesifik olmayan proteazların çiğ yer fıstığı alerjenitesinin azaltılmasındaki etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada yer fıstığı çekirdekleri sırasıyla alcalase, papain, neutrase ve bromelain ile 2 saat süreyle muamele edilerek yer fıstığı alerjenleri (Ara h 1, Ara h 2 ve Ara h 6) sandviç ELISA ve SDS-PAGE ile belirlenmiştir. Çalışmada bromelain ve neutrase gibi proteazlarla muamele edilen yer fıstığı örneklerinde Ara h 1, Ara h 2 ve Ara h 6'nın miktarlarının sırasıyla %100, %100 ve %99,8 oranında azaldığı belirtilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketiciyi Bilgilendirme Yönetmeliği'ne göre, Ek-1'de (Alerjiye veya İntoleransa neden olan belirli madde veya ürünler) bildirilen maddelerin, hariç tutulan ürünler dışında etiketlenmesi gerektiği bildirilmektedir. Yer fıstığı ve yer fıstığı ürünlerinin hariç tutulan ürünü bulunmadığı için miktarına bakılmaksızın (eser

miktarda yer fıstığı içerme ihtimali olsa bile) etiketinde bildirilmesi gerekmektedir (Anonim, 2017).

Çalışmada hem ambalajlı hem de ambalajsız olarak satışa sunulan kek örneklerinin bazılarında değişik miktarlarda yer fıstığı kalıntısı bulunması bu ürünlerin Gıda Etiketleme ve Tüketicuyu Bilgilendirme Yönetmeliğine, dolayısı ile TGK'ne uygun olmadığı tespit edilmiştir. Yer fıstığı alerjisi olan kişilerin bu ürünleri tüketmeleri çok ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında ambalajlı kek örneklerinin yer fıstığı kalıntısı miktarları bakımından ambalajsız kek örneklerine göre daha iyi durumda olduğu saptanmıştır.

Sonuç

Sonuç olarak, kek gibi unlu mamul üretiminde istihdam edilen ve üretimden sorumlu olan personelin alerjenler, hijyen, çapraz temas ve çapraz kontaminasyon gibi belli başlı önem arz eden konularda eğitilmesi gerekliliği saptanmaktadır. Bu sayede alerjenlerin taşınma riski en aza indirilerek yer fıstığı gibi anafilaktik etkili alerjenlerin kontaminasyonunun önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Üretim yapılan imalathane sahiplerinin ise kontaminasyon riski dışında etiketleme ile ilgili konularda eğitilmesi gerekliliğinin de önemli olduğu görülmektedir. İç piyasada satışa sunulan kek ve diğer gıda maddelerinde yer fıstığı gibi alerjen kalıntılarının arandığı daha çok bilimsel çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir. Yer fıstığı alerjisine sahip tüketicilerin alerjik reaksiyonlardan korunması için mevcut bir etkin tedavi yöntemi bulunmadığı göz önüne alındığında; tüketicilerin etiket okuma alışkanlığı edinmeleri ve yer fıstığı içeren gıdaları tamamen hayatlarından çıkarmaları gerektiği düşünülmektedir.

Etik Standart 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: Katkılarından dolayı Doç. Dr. Karlo Muratoğlu ve Arş. Gör. Alp Emre Yıldız'a teşekkür ederim.

Açıklama: Bu çalışma 18/12/2020 tarihinde tamamlanan "Piyasada Satışa Sunulan Keklerde Yer Fıstığı Kalıntısının ELISA İle Araştırılması" başlıklı Yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Anonim (2017). 'Türk Gıda Kodeksi Etiketleme ve Tüketicuyu Bilgilendirme Yönetmeliği', Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 29.12.2011 tarih ve 29960 No'lu Resmî Gazete, (3. Mükerrer).

Borchgrevink, C.P., Elsworth, J.D., Taylor, S.E. ve Christensen, K.L. (2010). Food Intolerances, Food Allergies, and Restaurants. *Journal of Culinary Science & Technology*, 7(4), 259-284.

<https://doi.org/10.33206/mjss.560570>

Buttriss, J. (2002). *Adverse Reactions to Food*, Oxford: Blackwell Science.

<https://doi.org/10.1093/ajcn/77.3.754>

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.

Diebel, K., Trautman, T., Deboom, T., Sveum, W.H., Dunaif, G., Scott, V. N. ve ark. (1997). A comprehensive approach to reducing the risk of allergens in foods. *Journal of Food Protection*, 60(4), 436-441.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.4.436>

Erol, İ. (2007). *Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi*. Ankara: Pozitif Matbaacılık.

Finkelman, F.D. (2010). Peanut Allergy and Anaphylaxis. *Current Opinion in Immunology*, 22(6), 783-788.

<https://doi.org/10.1016/j.coi.2010.10.005>

Food Allergy Research & Education (FARE) (2020). *What is Peanut Allergy?*. <https://www.foodallergy.org/living-food-allergies/food-allergy-essentials/common-allergens/peanut> (accessed 10.08.2020).

Gerth van Wijk, R., van Cauwenberge, P.B. ve Johanson, S.G. (2003). Revised terminology for allergies and related conditions. *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde*. 110(8), 328-331.

Gübür, S. (2012). Besin İntoleransı Saptanan Kilolu ve Obez Kişilere Uygulanan Eliminasyon Diyetinin, Vücut Kompozisyonu ve Biyokimyasal Parametrelere Etkisinin Belirlenmesi. İstanbul Bilişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Gupta, R. S., Warren, C. M., Smith, B. M., Jiang, J., Blumenstock, J. A., Davis, M. M., ve ark. (2019). Prevalence and severity of food allergies among US adults. *JAMA Network Open*, 2, e185630.

<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.5630>

Holzhauser, T., Vieths, S. (1999). Indirect competitive ELISA for determination of traces of peanut (*Arachis hypogaea* L.) protein in complex food matrices. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 47, 603-611.

<https://doi.org/10.1021/jf980775f>

Iqbal, A., Ateeq, N. (2013). Effect of processing on the detectability of peanut protein by ELISA. *Food Chemistry*, 141(3), 1651-1654.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.102>

Karakılıç, M., Suna, S., Tamer, C.E., Çopur, Ö.U. (2014). Gıda Alerjisi Reaksiyonları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 73-82.

Koppelman, S.J., Hefle, S.L., Taylor, S.L., de Jong, G.A. (2010). Digestion of peanut allergens Ara h 1, Ara h 2, Ara h 3, and Ara h 6: A comparative in vitro study and partial characterization of digestionresistant peptides. *Molecular Nutrition & Food Research*. 54(12), 1711-1721.

<https://doi.org/10.1002/mnfr.201000011>

Köseoğlu, S.Z.A. (2020). Besin İntoleransı ve Tanı Testleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 616-620.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.679424>

Marsh, J.T., Jayasena, S., Gaskin, F., Baumert, J.L., Johnson, P. (2020). Thermal processing of peanut impacts detection by current analytical techniques. *Food Chemistry*, 313, 126019.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126019>

Ojiewo, C.O., Janila, P., Matur, P.B., Pandey, M.K., Desmae, H., Okori, P. Mwololo, J., Ajeigbe, H., Njuguna-Mungai, E., Muricho, G., Akpo, E., Gichohi-Wainaina, W.N., Variath, M.T., Radhakrishnan, T., Dobariya, K.L., Bera, S.K., Rathnakumar, A.L., Manivannan, N., Vasanthi, R.P., Kumar, M.V.N., Varshney, R.K. (2020). Advances in crop improvement and delivery research for nutritional quality and health benefits of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Frontiers in Plant Science*, 11, 29.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00029>

Özer, M., Tuncel, N.B. (2016). Piriñç ve Piriñç Yan Ürünlerinin Glutensiz Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 29-44.

<https://doi.org/10.28979/comufbed.277913>

Öztürk, M. ve Besler, T. (2008). *Besin Alerjileri*. Ankara: Klasmat Matbaacılık.

Pele, M. (2010). Peanut allergens. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(2), 5205.

Pele, M., Brohée, M., Anklam, E. ve Van Hengel, A.J. (2007). Peanut and hazelnut in cookies and chocolates: Relationship between analytical results and declaration of food allergens on product labels. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 24(12), 1334.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2009.03273.x>

Porterfield, H.S., Murray, K.S., Schlichting, D.G., Chen, X., Hansen, K.C., Duncan, M.W., Dreskin, S.C. (2009). Effector activity of peanut allergens: a critical role for Ara h 2, Ara h 6 and their variants. *Clinical & Experimental Allergy*, 39(7), 1099-1108.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2009.03273.x>

RIDASCREEN@FAST Peanut (2018). Art. No. R6202, Ref. No: R6202v18-06-25. Enzyme immunoassay for the quantitative determination of peanutR. -Biopharm AG Postanschrift / Postal Address: An der neuen Bergstraße 17 64297 Darmstadt, Germany Sitz / Corporate Seat: Pfungstadt. (www.r-biopharm.com).

Seth, D., Poowutikul, P., Pansare, M., Kamat, D. (2020). Food Allergy: A Review. *Pediatric Annals*, 49(1), 50-58.

<https://doi.org/10.3928/19382359-20191206-01>

Surojanametakul, V., Khaiprapai, P., Jithan, P., Varayanond, W., Shoji, M., Ito, T., Tamura, H. (2012). Investigation of undeclared food allergens in commercial Thai food products. *Food Control*, 23(1), 1-6.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.013>

Tamay, Z. (2010). İnek Sütü Alerjisi. *Klinik Tıp Pediatri*, 2, 14-18.

Toomer, O.T., Do, A., Pereira, M., Williams, K. (2013). Effect of simulated gastric and intestinal digestion on temporal stability and immunoreactivity of peanut, almond, and pine nut protein allergens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(24), 5903-5913.

<https://doi.org/10.1021/jf400953q>

Vierk, K.A., Falci, K.J., Wolyniak, C. ve Klontz, K.C. (2002). Recalls of foods containing undeclared allergens reported to the US Food and Drug Administration, fiscal year 1999. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 109(6), 1022-1026

<https://doi.org/10.1067/mai.2002.124500>

WHO/IUIS (2017). *Allergen Nomenclature Sub-Committee. Allergen Nomenclature Search Database. Arachis hypogaea (Peanut, groundnut)*. <http://www.allergen.org/search.php?allergen=sourceDArachisChypogaea> (accessed 01.06.2017).

Wilson, L. (2010). Food Sensitivities or Intolerance, The Center for Development.

Yu, J. ve Mikiashvili, N. (2020). Effectiveness of different proteases in reducing allergen content and IgE binding of raw peanuts. *Food Chemistry*, 307, 125565.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125565>

The combined supplementation of omega-3 fatty acids and probiotics decreased the levels of serum polyamines in experimental colitis

Havvanur YOLDAŞ İLKTAÇ¹, Nihal BÜYÜKUSLU², Cüneyd PARLAYAN³

Cite this article as:

Yoldaş İlktaç, H., Büyüksulu, N., Parlayan, C. (2021). The combined supplementation of omega-3 fatty acids and probiotics decreased the levels of serum polyamines in experimental colitis. *Food and Health*, 7(4), 279-285. <https://doi.org/10.3153/FH21029>

¹ Istanbul Medeniyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey

² Istanbul Medipol University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey

³ Bahcesehir University, Faculty of Medicine, Biostatistics and Medical Informatics, Istanbul, Turkey

ORCID IDs of the authors:

H.Y.İ. 0000-0002-7433-6370
N.B. 0000-0003-1420-0989
C.P. 0000-0002-6183-9489

Submitted: 21.03.2021

Revision requested: 02.05.2021

Last revision received: 03.05.2021

Accepted: 03.05.2021

Published online: 10.09.2021

Correspondence:

Havvanur YOLDAŞ İLKTAÇ

E-mail: havvanur.yoldas@medeniyet.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

ABSTRACT

Polyamines play an important role in the maintenance of intestinal permeability. Therefore we aimed to determine the effects of probiotics and omega 3 fatty acids on serum polyamine levels in colitis. Fifty BALB/c mice were randomly grouped as normal, colitis with no treatment applied, colitis treated by probiotics (VSL#3), colitis treated by omega-3, and colitis treated by both probiotics and omega-3. Experimental colitis was induced by injection of 200 mg/kg 2,4-Dinitrobenzenesulfonic acid (DNBS). The probiotic and the omega-3 fatty acid supplements were applied daily by oral gavage. Serum polyamine levels were measured with high performance liquid chromatography (HPLC). In each group, the levels of serum polyamines are the highest in spermidine and the least in spermine. Bowel inflammation in experimentally induced colitis mice resulted in lower serum polyamine concentrations. In probiotic and omega 3 fatty acid supplemented group significant decreases were observed for spermine and spermidine ($p < 0.001$), while no significant changes were obtained for putrescine. Combined supplementation of probiotics and omega-3 fatty acids for 10 days in colitis mice significantly decreased the serum levels of spermine and spermidine.

Keywords: Colitis, Inflammatory bowel disease, Omega-3 fatty acids, Probiotics, Polyamines

Introduction

Inflammatory bowel disease (IBD) is a systemic disease associated with an interaction between genetic and environmental factors and intestinal immunologic factors, with no definite etiology. It is mainly classified as ulcerative colitis (UC) and Crohn's disease (CD). Although the etiology of IBD is not fully understood, current studies indicate that the increase of activation in T cells plays a significant role (Lee et al., 2018). The incidence of UC and CD varies greatly regarding geographical regions and populations and are more common in developed countries. In recent years, the increase in the incidence of the disease in Turkey and other developing countries is noteworthy (Ng et al., 2018). The pathogenesis of inflammatory bowel diseases is multifactorial (Lee et al., 2018). There are several theories explaining the possible mechanisms and mediators involved in the progress of the disease. With the impairment of gastrointestinal (GI) mucosal barrier integrity, luminal antigens trigger the mucosal immune system creating tissue damage and thus clinical manifestations of IBD emerge (Ahluwalia et al., 2018). However, it is now widely accepted that IBD is an idiopathic disease caused by a dysregulated immune response to host intestinal microflora (González-Castro et al., 2017). The impaired immune response during infection causes the bacteria to bypass the first line of the immune defence in the host, resulting in increased stimulation of the mucosal immunity system (Shi et al., 2017).

Polyamines; spermidine, spermine, putrescine are aliphatic amines found in both prokaryotic and eukaryotic cells. Polyamines are also produced by bacteria in the intestine. Following the biosynthesis, polyamines are transported into the cell via polyamine carriers. Polyamines have many functions including cell proliferation and immunological response. They also play an important role in the maintenance of intestinal function, the formation of inflammation and the recovery (Hesterberg et al., 2018; Pegg, 2009). The epithelium in the GI system is regulated by passive diffusion by taking the polyamines from extracellular sources or specific polyamine transport proteins (Uemura & Gerner, 2011). Polyamines have been reported to act as negative immunoregulators on lymphocytes, neutrophil locomotion, natural killer cell activity, and nitrogen oxide production as well as regulatory effects on cell growth and differentiation. It was suggested that the regulatory effect on the inflammatory process arose from the local release of endogenous polyamines after cell formation or injury (Joyce, 2000). Controversial results have been reported in the studies of polyamine metabolism in tissue samples of IBD patients. Moreover, it is demonstrated that deficiency of polyamines are responsible for the impaired

intestinal barrier which is an important step in the pathophysiology of IBD. Two factors are responsible for the intestinal barrier disruption. The first, the tight junction increases the basal permeability and causes the barrier defect. Second, epithelial apoptosis or necrosis leads to large epithelial defects leading to local leaks in the intestinal barrier. Bacterial translocation is followed by degradation of the epithelial barrier (Sung, 2015). People with IBD have a deteriorated intestinal bacterial population (Gong et al., 2016). Changes in the bacterial population may cause degradation of polyamine levels. That is why each bacterium can produce polyamines in different amounts. It was shown that the levels of polyamines, especially those with anti-inflammatory properties, are decreased in people with IBD (Weiss et al., 2004). A study on dogs with IBD also revealed a significant decrease in polyamine levels in polyps (Rossi et al., 2018). The elimination of this deficiency is one of the possible mechanisms by which inflammation can be reduced. Polyamines are important for the differentiation and proliferation of the intestinal mucosa that is rapidly renewing itself. Putrescine and spermidine are required for proliferation and spermine is specifically required for differentiation (Gao et al., 2013). Deterioration of polyamine synthesis may cause chronic intestinal inflammation by affecting the epithelial barrier. Currently there is no curative medical treatment for IBD. Alternative treatment methods will be beneficial. Probiotics have a direct effect on the epithelial barrier by increasing mucin, antimicrobial peptides and β -defensin production in goblet cells, decreasing epithelial permeability to intraluminal pathogens and toxins (Lee et al., 2018). Among the long chain fatty acids, omega-3 fatty acids have strong anti-inflammatory properties (Calder, 2012). There are several researches to indicate separately the positive effects of omega-3 fatty acids and probiotic supplements on IBD treatment (Parker et al., 2018; Scaioli et al., 2017). Our hypothesis is that the combined probiotic and omega-3 fatty acids supplementation affects the levels of serum polyamines in experimentally induced colitis mice. Hence, the detection of the amount of serum polyamines may be useful to monitor the diagnose and treatment of IBD patients. Further studies are needed to examine the association between the levels of serum polyamines and diagnose and progress of IBD. This study was aimed to determine the effects of probiotics and omega 3 fatty acids on serum polyamine levels in colitis.

Materials and Methods

Study Design

Fifty BALB/c mice with 20-30 g (6-8 weeks) were used in this study. Animals were obtained from the animal house of

MEDITAM, Istanbul Medipol University. The animals were housed under controlled conditions. The room temperature was $21\pm 2^{\circ}\text{C}$ and the air humidity was $50\pm 5\%$. The rhythm of light and darkness was established (light phase from 6:00 a.m. to 6:00 p.m.). They had free access to tap water and to standard laboratory chow pellets. Mice were randomly assigned to five groups ($n= 10/\text{group}$) as healthy control (non-colitis), colitis control, probiotic group (colitis and treated with probiotics), omega-3 (colitis and treated with omega-3), probiotic+omega-3 (colitis and treated with both probiotics and omega-3). All the animals were weighed before colitis induction and before sacrifice.

Induction of Experimental Colitis in Mice

Before the 2,4-Dinitrobenzenesulfonic acid (DNBS) application mice were fasted for 24 hours and allowed free access to water only. They were intraperitoneally anesthetized with 80 mg/kg body weight of ketamine hydrochloride (Ketalar, Parke Davis ve Eczacibasi, Istanbul) and 10 mg/kg body weight of xylazine hydrochloride (Rompun, Bayer HealthCare). Colitis was induced by intrarectal injection through this tube of 200 mg/kg of DNBS solution (Sigma, Aldrich) in 30% ethanol (EtOH) except normal group as in previous (Martín et al., 2014). Healthy control group received only phosphate-buffered saline (PBS) (Sigma, Aldrich). The same procedure was repeated with the half dose of DNBS (100 mg/kg) at the 21th day. The solutions were applied via a 10 cm of polyurethane cannula placed in 3-4 cm through rectum. To prevent the reflow the mice were hold upside down for 90 seconds. Afterwith they were kept trandelenburg position untill anesthesia emerged. The protocol of DNBS-induced colitis is detailed in Figure 1 (Martín et al., 2014).

Animal Feed and Nutritional Supports

Mice were reached the standard chow and water ad libitum whole experimental period. The supplements were given through oral gavage daily between the 14th and 24th days. The equal amount of PBS instead of nutritional supplements were applied to healty and DNBS control groups in the same period. The probiotic support (VSL#3, Sigma-Tau Pharmaceuticals, Inc.) including *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* had 10^9 CFU/mL/day [18]. The supplement of omega-3 fatty acid involving 504 mg EPA and 378 mg DHA in a gel capsule (Solgar Inc.) was given 300 mg/kg/day.

Polyamine Analysis

At the end of the 24th day, the animals were euthanized using cervical dislocation. Blood specimens were collected through

cardiac puncture. For HPLC analysis, blood samples were centrifuged at $15,000\times g$ at 4°C for 10 minutes. After centrifugation, 100 μL of the resulting supernatant was removed. A hundred μL of cold 1.5 M HClO_4 was added and mixed at medium speed for 30 seconds at 25°C . Then, 50 μL of cold 2 M K_2CO_3 was added, the formed gas was removed. Samples were centrifuged at $15,000\times g$ for 10 minutes at 4°C . A hundred μL of supernatant was transferred into a new plastic vial and added 150 μL H_2O . Then 700 μL of H_2O , 50 μL of 1.2% (w/v) benzoic acid and 50 μL of samples were placed in 2 mL plastic vials for 2 μL injection. HPLC analysis was conducted by Waters Alliance e2695 HPLC equipped with Waters Symmetry C18 (75 mm, 3.5 μm , 4.6 mm) analytical column. Waters 2475 FLR detector was used for fluorescent effect of each polyamine derivative with excitation λ set at 340 nm and emission λ at 450 nm. As previous study, The Empower 3 software (Waters) was used for HPLC chromatography data analysis (Dai et al., 2014).

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed with SPSS 22.0 package program. All data were tested for normal distribution using the Shapiro-Wilk test and graphical methods. Statistical analyses were performed using ANOVA followed by Hochberg's GT2 or Games-Howell post-hoc test. The results were expressed as mean \pm standard error of the mean (SE) and p values <0.05 were considered significant.

Results and Discussion

The concentrations of natural polyamines, spermine, spermidine and putrescine in all groups are shown in Table 1. The levels of serum polyamines are the highest in spermidine and the least in spermine in both control non-colitis and control colitis groups. However all polyamines decreased in mice with induced colitis in comparison with control non-colitis. In control colitis groups, the only significant differentiation was observed in the level of spermidine ($p<0.05$). In comparison with the control colitis mice, the probiotic supplementation decreased the level of spermine and increased the levels of spermidine and putrescine; omega-3 fatty acids supplementation decreased the levels of spermine and putrescine and increased the level of spermidine; combined probiotic and omega-3 fatty acids supplementation decreased the all measured polyamines. Statistical analysis revealed a significant main factor effect of the group supplemented with probiotic and omega-3 fatty acids (for spermine and spermidine $p<0.001$; for putrescine $p<0.005$). Combined probiotic and omega-3 fatty acids was administered for 10 days, the spermine values were significantly lower than the values in all other groups ($p<0.001$); spermidine values were significantly lower than the values in control non-colitis and omega-3 groups ($p<0.001$). There were significant differences in serum spermidine values for control colitis, probiotic and the probiotic+omega-3 groups in comparison with control non-colitis group ($p<0.01$). The serum putrescine differences were significant

($p < 0.01$) only between the control non-colitis and omega-3 group. We hypothesize that the combined probiotics and omega-3 fatty acids supplementation in colitis induced mice affects the serum levels of spermine, spermidine and putrescine. Polyamines play key roles in immune response system via T-cell and B-cell development (Hesterberg et al., 2018). The conflicting results from the studies on the relationship between the levels of polyamines and IBD were reported in patients and animals with autoimmune diseases (Park & Igarashi, 2013; Giacomo Rossi et al., 2015). In isolated colonic epithelial cells from endoscopic biopsies from patients with IBD revealed increased spermidine and N⁸-acetylspermidine levels reflecting increased uptake and metabolism (Weiss et al., 2004). Nitta et al. (2001) showed that polyamines involved in B cell antigen receptor (BCR) mediated apoptosis, therefore the levels of putrescine, spermidine and spermine were reduced following BCR cross-linking. In a recent review by Hesterberg et al. the role of polyamines in immune cell functions was evaluated (Hesterberg et al., 2018). They reported that BCR-dependent activation induces myeloid cells which regulates T-cell function indicating the role of polyamines autoreactive B- and T-cells in autoimmune disease. Supporting the interaction between polyamine levels and immune system we observed a decrease for polyamines in mice with DNBS induced colitis in comparison with control non-colitis mice. The combined supplement to mice resulted in the minimum spermine, spermidine and putrescine values in comparison with other groups. The dramatic decreases specifically in the levels of spermine between combined group and others were significant. Studies on humans and animals resulted many beneficial effects of probiotic

strains. Linsalata et al. revealed that probiotics reduced the levels of polyamines in normal colonic mucosa of rats (Linsalata et al., 2005). In a similar way, in our study the levels of polyamines in probiotic group were lower than the control non-colitis group. It is known that increasing nutrient uptake contributes to mucosal restoration (Vidal-Lletjós et al., 2017). Daily intake of omega-3 fatty acids are associated with a decrease in inflammation in IBD. A study suggested that any claims of omega-3 fatty acids efficacy in IBD should be regarded with caution (Yakoob & Abbas, 2016). We observed a significant decrease in the level of putrescine in omega-3 group in comparison with the control non-colitis. However it is yet difficult to conclude that the serum polyamine level is associated with the healthy bowel. Interestingly when probiotic and omega-3 fatty acids were given in combination to mice for 10 days, the levels of polyamines reduced significantly more than the mice which were supplemented with either omega-3 fatty acids or probiotics. In a study, it was shown that the levels of spermine were reduced whereas spermidine was overexpressed in chronic intestinal inflammation (Bailey, 2017). However, Weiss et al. (2004) reported enhanced levels of spermidine and spermine in acute colitis, whereas in chronic inflammation, colonic epithelial cell spermine concentrations were decreased. In our study the levels of spermidine were higher than the levels of spermine and putrescine for each groups, except probiotic+omega-3 and group which the putrescine level was the highest. Moreover, the amounts of serum polyamines decreased in the order of spermidine, putrescine and spermine in each groups except probiotic+omega-3 group.

Table 1. The polyamine concentrations of mice (mean \pm SE)

Polyamines (nmol/mL)	Control non-colitis	Control colitis	Probiotic	Omega-3	Probiotic	p
					+ Omega-3	
Spermine	9.3 \pm 0.7	9.2 \pm 0.6	8.8 \pm 0.3	7.8 \pm 0.6	0.3 \pm 0.1 ^{a,b,c,d}	0.000
Spermidine	20.0 \pm 1.7	11.6 \pm 0.9 ^a	11.8 \pm 1.5 ^a	14.1 \pm 1.4	6.8 \pm 0.8 ^{a,d}	0.000
Putrescine	10.3 \pm 0.2	9.3 \pm 0.2	10.2 \pm 1.3	8.1 \pm 0.2 ^a	7.7 \pm 0.6	0.005

Values expressed as mean \pm SE; Except in control group, all other mice were induced with DNBS for colitis.

^a $p < 0.01$ vs control non-colitis; ^b $p < 0.01$ vs control colitis; ^c $p < 0.01$ vs probiotic; ^d $p < 0.05$ vs omega-3 group.

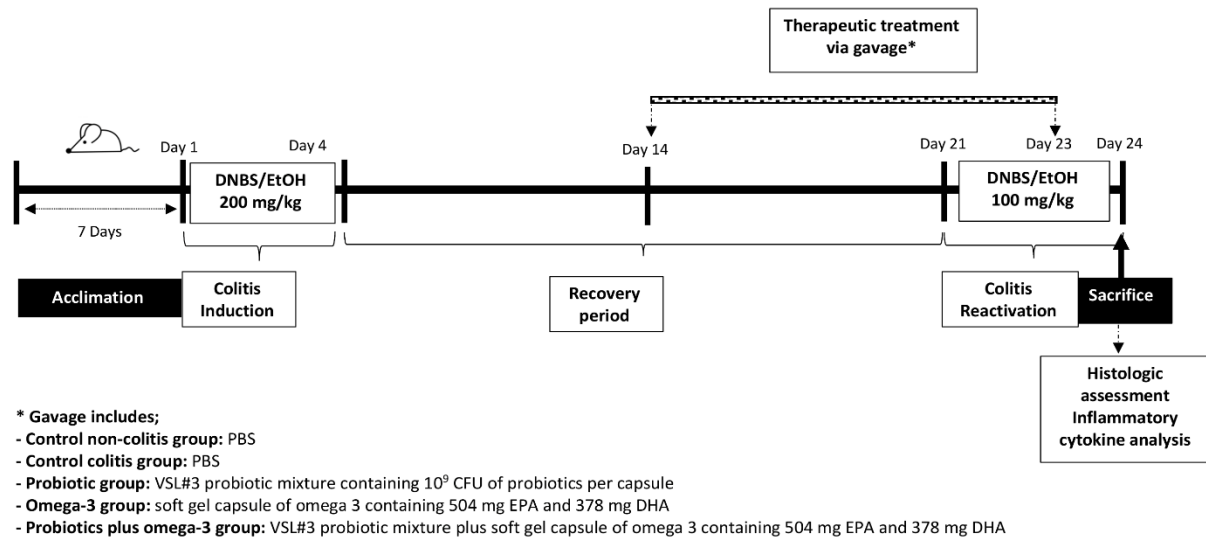


Figure 1. Experimental protocol.

Figure 1. Experimental protocol

Conclusion

This study revealed that the combined probiotics and omega-3 fatty acids supplementation in colitis induced mice decreased the serum levels of spermine, spermidine and putrescine more than in the mice fed with either one of these supplements. However the levels of polyamines in colitis mice groups did not reached the levels as in the healthy mice. It seems that the inflammation of bowel decreases polyamine levels irreversibly. Further research is needed to evaluate the interactions of probiotic microorganisms combined with omega-3 fatty acids in terms of understanding of metabolic pathways.

Compliance with Ethical Standard

Conflict of interests: The authors declare that there is no conflict of interests.

Ethics committee approval: The study received ethical approval from the Experimental Animal Research Committee of Istanbul Medipol University (12/2014, no. 38328770/83).

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

- Ahluwalia, B., Moraes, L., Magnusson, M. K., Öhman, L. (2018). Immunopathogenesis of inflammatory bowel disease and mechanisms of biological therapies. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 53(4), 379-389. <https://doi.org/10.1080/00365521.2018.1447597>
- Bailey, J. (2017). PTH-082 Dysregulated polyamines in the inflammatory bowel disease gut—a novel therapeutic target. *Gut*, 66(2), A247.
- Calder, P.C. (2012). Long-chain fatty acids and inflammation. *Proceedings of the Nutrition Society*, 71(2), 284-289. <https://doi.org/10.1017/S0029665112000067>
- Dai, Z., Wu, Z., Wang, J., Wang, X., Jia, S., Bazer, F. W., Wu, G. (2014). Analysis of polyamines in biological samples by HPLC involving pre-column derivatization with o-phthalaldehyde and N-acetyl-L-cysteine. *Amino acids*, 46(6), 1557-1564. <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1717-z>
- Gao, J.-H., Guo, L.-J., Huang, Z.-Y., Rao, J., Tang, C.-W. (2013). Roles of cellular polyamines in mucosal healing in the gastrointestinal tract. *Journal of Physiology and Pharmacology: An Official Journal of the Polish Physiological Society*, 64, 681-693.
- Gong, D., Gong, X., Wang, L., Yu, X., Dong, Q. (2016). Involvement of Reduced Microbial Diversity in Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterology Research and Practice*, 2016, 6951091. <https://doi.org/10.1155/2016/6951091>
- González-Castro, A. M., Martínez, C., Salvo-Romero, E., Fortea, M., Pardo-Camacho, C., Pérez-Berezo, T., Alonso-Cotoner, C., Santos, J., & Vicario, M. (2017). Mucosal pathobiology and molecular signature of epithelial barrier dysfunction in the small intestine in irritable bowel syndrome. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(1), 53-63. <https://doi.org/10.1111/jgh.13417>
- Hesterberg, R.S., Cleveland, J.L., Epling-Burnette, P.K. (2018). Role of Polyamines in Immune Cell Functions. *Medical Sciences (Basel, Switzerland)*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.3390/medsci6010022>
- Joyce, S. (2000). Natural T cells: Cranking up the immune system by prompt cytokine secretion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(13), 6933-6935. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.13.6933>
- Lee, S.H., Kwon, J.E., Cho, M.-L. (2018). Immunological pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Intestinal Research*, 16(1), 26-42. <https://doi.org/10.5217/ir.2018.16.1.26>
- Lee, S.H. (2015). Intestinal permeability regulation by tight junction: implication on inflammatory bowel diseases. *Intestinal Research*, 13(1), 11-18. <https://doi.org/10.5217/ir.2015.13.1.11>
- Linsalata, M., Russo, F., Berloco, P., Valentini, A., Caruso, M., Simone, C., Barone, M., Polimeno, L., Di Leo, A. (2005). Effects of Probiotic Bacteria (VSL#3) on the Polyamine Biosynthesis and Cell Proliferation of Normal Colonic Mucosa of Rats. *In Vivo (Athens, Greece)*, 19, 989-995.
- Martín, R., Chain, F., Miquel, S., Lu, J., Gratadoux, J.-J., Sokol, H., Verdu, E. F., Bercik, P., Bermúdez-Humarán, L. G., Langella, P. (2014). The commensal bacterium *Faecalibacterium prausnitzii* is protective in DNBS-induced chronic moderate and severe colitis models. *Inflammatory Bowel Diseases*, 20(3), 417-430. <https://doi.org/10.1097/01.MIB.0000440815.76627.64>
- Ng, S.C., Shi, H.Y., Hamidi, N., Underwood, F.E., Tang, W., Benchimol, E.I., Panaccione, R., Ghosh, S., Wu, J.C.Y., Chan, F.K.L., Sung, J.J.Y., Kaplan, G.G. (2018). Worldwide incidence and prevalence of inflammatory bowel disease in the 21st century: a systematic review of population-based studies. *Lancet (London, England)*, 390(10114), 2769-2778. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32448-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32448-0)
- Nitta, T., Igarashi, K., Yamashita, A., Yamamoto, M., Yamamoto, N. (2001). Involvement of polyamines in B cell receptor-mediated apoptosis: spermine functions as a negative modulator. *Experimental Cell Research*, 265(1), 174-183. <https://doi.org/10.1006/excr.2001.5177>

Park, M.H., Igarashi, K. (2013). Polyamines and their metabolites as diagnostic markers of human diseases. *Biomolecules & Therapeutics*, 21(1), 1-9.

<https://doi.org/10.4062/biomolther.2012.097>

Parker, E.A., Roy, T., D'Adamo, C.R., Wieland, L.S. (2018). Probiotics and gastrointestinal conditions: An overview of evidence from the Cochrane Collaboration. *Nutrition*, 45, 125-134.e11.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.06.024>

Pegg, A.E. (2009). Mammalian polyamine metabolism and function. *IUBMB Life*, 61(9), 880-894.

<https://doi.org/10.1002/iub.230>

Rossi, G., Cerquetella, M., Scarpona, S., Pengo, G., Fettucciari, K., Bassotti, G., Jergens, A. E., & Suchodolski, J. S. (2018). Effects of probiotic bacteria on mucosal polyamines levels in dogs with IBD and colonic polyps: a preliminary study. *Beneficial Microbes*, 9(2), 247-255.

<https://doi.org/10.3920/BM2017.0024>

Rossi, G., Cerquetella, M., Pengo, G., Mari, S., Balint, E., Bassotti, G., Manolescu, N. (2015). Immunohistochemical expression of ornithine decarboxylase, diamine oxidase, putrescine, and spermine in normal canine enterocolic mucosa, in chronic colitis, and in colorectal cancer. *BioMed Research International*, 2015, 1-8.

<https://doi.org/10.1155/2015/172756>

Scafoli, E., Liverani, E., Belluzzi, A. (2017). The imbalance between n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids and

inflammatory bowel disease: A comprehensive review and future therapeutic perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(12).

<https://doi.org/10.3390/ijms18122619>

Shi, N., Li, N., Duan, X., Niu, H. (2017). Interaction between the gut microbiome and mucosal immune system. *Military Medical Research*, 4, 14.

<https://doi.org/10.1186/s40779-017-0122-9>

Uemura, T., Gerner, E. W. (2011). Polyamine transport systems in mammalian cells and tissues. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 720, 339-348.

https://doi.org/10.1007/978-1-61779-034-8_21

Vidal-Lletjós, S., Beaumont, M., Tomé, D., Benamouzig, R., Blachier, F., Lan, A. (2017). Dietary protein and amino acid supplementation in inflammatory bowel disease course: What impact on the colonic mucosa? *Nutrients*, 9(3).

<https://doi.org/10.3390/nu9030310>

Weiss, T. S., Herfarth, H., Obermeier, F., Ouart, J., Vogl, D., Schölmerich, J., Jauch, K.-W., Rogler, G. (2004). Intracellular polyamine levels of intestinal epithelial cells in inflammatory bowel disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 10(5), 529-535.

<https://doi.org/10.1097/00054725-200409000-00006>

Yakoob, J., Abbas, Z. (2016). Role of omega-3 fatty acids in irritable bowel Syndrome (IBS). *international Journal of Pharmacological Research*, 6, 271-277.

Importance of functional nutrition components on new Coronavirus disease (COVID-19) and other viral communicable diseases

Sarhan MOHAMMED, Nilgün ÖZDEMİR, Ahmet Hilmi ÇON

Cite this article as:

Mohammed, S., Özdemir, N. Çon, A.H. (2021). Importance of functional nutrition components on new Coronavirus disease (COVID-19) and other viral communicable diseases. *Food and Health*, 7(4), 286-299. <https://doi.org/10.3153/FH21030>

Ondokuz Mayıs University,
Engineering of Faculty,
Food Engineering Department, Samsun,
Turkey

ORCID IDs of the authors:

S.M. 0000-0003-2450-7191

N.Ö. 0000-0002-4517-9214

A.H.Ç. 0000-0002-1225-0133

ABSTRACT

There are no foods to prevent or treat the coronavirus alone; however, it has been proven that a healthy and balanced nutrition is crucial for health, particularly in times when the immune system might need to fight back. The present study provides insights about the properties of bioactive components of foods and herbs as a possible adjuvant support the human immune system against infections. Also, has focused on the interactions of the intestinal microbiota with human health in the treatment of Covid-19 and other viral infections. More research with strong recommendations is needed to better understand causality.

Keywords: Functional nutrition, Covid-19, Viral infection, Bioactive compound

Submitted: 30.12.2020

Revision requested: 09.02.2021

Last revision received: 21.02.2021

Accepted: 22.02.2021

Published online: 12.09.2021

Correspondence: Nilgün ÖZDEMİR

E-mail: nilgun.ozdemir@omu.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

Introduction

Viruses are microscopic obligate organisms, which contain either an RNA or DNA genome surrounded by a protective which virus-coded protein coat. Viruses need host cells with metabolic and biosynthetic mechanisms of eukaryotic or prokaryotic cells for their propagation and survival (Herrero-Urbe, 2011).

Most viruses are harmful to their hosts and can cause fatal diseases for humans. The number of potential pathogens worldwide is enormous; however, disease research and development resources are limited. For this reason, the World Health Organization (WHO) annually announces lists of priority diseases that are at risk of turning into a major epidemic. In Table 1, these lists published by the WHO in recent years include the main diseases and their causative agent that cause viruses and pose a potential threat (Bloom & Cadarette, 2019). The last one, Covid-19, which emerged in the city of Wuhan in China in 2019, and whose effect has still continued all over the world. As of March 11, 2020, the Covid-19 was declared a pandemic by the WHO.

When such viral outbreaks occur, such as the current dramatic emergency, for control of pandemic, it is first necessary to avoid these viral outbreaks. It is stated that keeping the immune system strong is as important as adhering to social isolation and hygiene rules to be protected (Pellegrini et al., 2020). One of the duties of individuals to keep the immune system strong is a healthy and balanced diet. There is no food or food supplement that provides protection from these epidemic diseases or supports the treatment of the disease. Also, a single food is not enough to keep the immune system strong. However, it is very important to eat a healthy and balanced diet, to know the content of foods and to become conscious about it (Table 1).

The Role of Nutrition in Viral Disease

Good nutrition has a positive impact on immune function. In various studies that have been conducted on the relationship between viral diseases and nutrition (Pellegrini et al., 2020), mainly emphasized to strengthen the immune system. In particular, it has been stated that deficiencies or suboptimal status of certain micronutrients adversely affect the immune function and resistance to infections decreases. The micronutrients comprise of minerals such as zinc (Zn), iron (Fe), selenium (Se), magnesium (Mg) and copper (Cu), vitamins such as vitamin A, B6, B12, C, D, E, K and folate, and also; some bioactive compounds such as natural antioxidant polyphenols, sterols, bioactive peptides, organic acids, and essential fatty acids. The bioactive compounds have been derived from macronutrient through the use of methodologies such as enzymatic hydrolysis and/or fermentation process (Gombart,

Pierre, & Maggini, 2020). Another phenomenon that strengthens the immune system is probiotic microorganisms and their metabolites. Probiotic microorganisms produce various metabolites with antioxidant, antimicrobial, anticancer, and anti-inflammatory properties. There are several studies on the antiviral properties of probiotic cells or their metabolites (Lehtoranta et al., 2014). In this study, it was investigated the important of some micronutrients and/or probiotic microorganisms in treatment or preventing of viral diseases.

Zinc (Zn)

The biological function of zinc, an essential trace element; the catalytic activity of enzymes is divided into three categories as the structural integrity of proteins and the regulation of gene expression. It contains approximately 250 protein Zn including various enzymes such as angiotensin converting enzyme, deoxyribonucleic acid (DNA) polymerase, ribonucleic acid (RNA) polymerase, and alkaline phosphatase. Several of evidence has accrued in past years to make evident the antiviral activity of zinc against adversity of viruses, and via numerous mechanisms (Li et al., 2019). Some studies have demonstrated greater response or tolerance to interferon therapy (administration of interferon, a substance in the structure of the protein that acts against bacteria, parasites, viruses, and gums, to patients infected with viruses) by administering zinc to patients infected with hepatitis C virus (HCV). Zinc is a powerful antioxidant and plays a central role in the immune system, adequate amounts of zinc are essential to maintain the integrity of the immune system (Li et al., 2019). It has known that Zinc-finger antiviral proteins (ZAP) which one of both human and animal cells, can inhibit the replication of viruses by stopping the accumulation of viral RNA in the cytoplasm, which can lead to innate immune mechanisms against infections (Read, Obeid, Ahlenstiel, & Ahlenstiel, 2019). In addition, zap proteins have different mechanisms; inhibition of viral protease, viral transcription, and viral polyprotein tertiary structure etc., but they are not fully understood. In a study related to virus and Zn (Chiu et al., 2018), it was investigated the antiviral potential of human ZAP against three viruses; Japanese encephalitis virus (JEV), dengue virus (DENV) and Zika virus (ZIKV). As the result, no significant antiviral effect of ZAP was observed against DENV and ZIKV, it was identified JEV as the ZAP-sensitive flavivirus. In another study, it was demonstrated that increased intracellular Zn^{2+} inhibits the replication of SARS-coronavirus (SARS-CoV) in cell culture. In a different study, it was demonstrated that zinc supplement (30 mg/day) increased the proliferation of T cells that take part in the cellular defense of the immune system, in elderly care home. These information shows that Zn is very important in nutrition.

Table 1. Potential threatening epidemic viral diseases (Bloom & Cadarette, 2019; CDC, 2020; Kuhn et al., 2010; WHO, 2020)

Virus	Viral Diseases	Description
MERS-CoV	Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)	A viral respiratory disease caused by a novel coronavirus that was first identified in Saudi Arabia in 2012.
SARS-CoV	Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)	A viral respiratory disease caused by a SARS-associated coronavirus.
Ebola virus	Ebola virus disease (EVD)	One of six known species within the genus Ebola virus. Including EBOV, cause a severe and often fatal hemorrhagic fever in humans and other mammals, known as Ebola virus disease (EVD).
Nipah virus	Nipah diseases	A bat-borne virus that is associated with a highly fatal infection. Nipah virus can also be transmitted through contaminated food or directly between people. In infected people, it causes a range of illnesses from asymptomatic (subclinical) infection to acute respiratory illness and fatal encephalitis.
Phlebovirus	Rift valley fever (RVF)	A viral disease most commonly seen in domesticated animals in sub-Saharan Africa, People can get RVF through contact with blood, body fluids, or tissues of infected animals, or through bites from infected mosquitoes.
Zika virus (ZIKV)	Zika	A mosquito-borne flavivirus that was first identified in Uganda in 1947 in monkeys.
Lassa virus	Lassa fever	An acute viral haemorrhagic illness caused by Lassa virus, a member of the arenavirus family of viruses.
Dengue virus (DENV)	Dengue fever	A mosquito-borne tropical disease caused by the dengue virus; symptoms typically begin three to fourteen days after infection.
Human immunodeficiency virus (HIV)	Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS)	Two species of lentivirus (a subgroup of retrovirus) that infect humans, it causes acquired immunodeficiency syndrome (AIDS).
Nairovirus	Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF)	Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) is caused by infection with a tick-borne virus (Nairovirus) in the family Bunyaviridae.
SARS- CoV2	Novel Coronavirus Disease (COVID-19)	The New Coronavirus Disease (COVID-19) is a disease caused by a virus first identified on January 13, 2020 as a result of research conducted in a group of patients who developed respiratory symptoms (fever, cough, shortness of breath) in late December in Wuhan Province, China.

Recommended dietary allowance (RDA) of zinc is 8–11 (Female/Male) mg/day (upper intake level threshold 40 mg/day) in the case of adults. However, in the long term, high zinc intake may disrupt the copper balance, so an intake of ≤ 25 mg/day is recommended (Alexander et al., 2020). Meat and seafood are major sources of dietary zinc, while the zinc in plant-based diets containing folate, phytic acid and some phytochemicals which are potent inhibitors of Zn absorption

and is less available. On the other hand, legume seeds also are considered as the important sources of zinc.

In summary, products such as seafood (cooked oysters), beef and lamb (cooked), fish, poultry, pork (cooked) from the animal food group, spinach, pumpkin, white mushrooms (cooked), and strawberries, as well as products from the cereal and

legume group such as leavened whole grains, wheat germ (tasted) and beans (cooked chickpeas) can be cited as the main zinc source.

Iron (Fe)

Main function of the iron in the human body is to carry oxygen from the lungs to the tissues, therefore; iron deficiency can impair immunity and be a risk factor for the development of recurrent acute respiratory tract infections (Jayaweera, Reyes, & Joseph, 2019). However, iron overload can cause oxidative stress to propagate harmful viral mutations (Zhang & Liu, 2020). As for studies on iron and viruses, in a study (Zhu et al., 2019), it was determined that iron supplementation reduced dengue virus prevalence and viral load, whereas neutralization of serum iron facilitated dengue virus infection. The reason of this situation is that many viruses also need iron-containing enzymes to complete their replication process. In a different study, Iron supplementation was determined to increase mortality risk among HIV-Infected Patients (Haider et al., 2019). It is therefore noted that iron chelators represent a promising adjunct strategy in the treatment of viral infections, limiting iron by oral intake or venous injection. Iron is essential for a central component of the immune system, the differentiation and growth of epithelial tissue and the neutrophils (a type of white blood cells) to produce a reactive oxygen species to kill pathogens. RDA of iron is 8–18 (Female/Male) mg/day in the case of adults (Gombart et al., 2020). Iron from animal sources is so readily absorbed than from plants, many of these sources such as lean beef, oysters, chicken and turkey are recommended. Conversely, it has been indicated that viral infections that disrupt liver function can cause changes in iron homeostasis, and in this case iron overload can exacerbate chronic viral disease. In particular, Iron overload during infection with human immunodeficiency virus (HIV), hepatitis B virus (HBV), or hepatitis C virus (HCV) is associated with increased disease progression (Schmidt, 2020). In a study, as individuals with severe and very severe COVID-19 exhibited increased serum ferritin level, it has been proposed iron depletion therapy as a novel therapeutic approach in the COVID-19 pandemic (Perricone et al., 2020). Of course, the negative situation here is not the iron intake with food, but the consequences of excessive iron loading.

Selenium (Se)

Selenium is an essential mineral, meaning it must be obtained through diet. Dietary selenium deficiency is a significant factor in immunity. The oxidative stress in the host can alter a viral genome, increase the pathology of an influenza virus infection and also augmented virulence in humans has been linked to nutrient deficiencies, including that of the micronutrient selenium (Seale, Torres, Berry, & Pitts, 2020). The immune response to live bivalent infectious bronchitis coronavirus vaccine could be stimulated by synergistic effect of selenium with ginseng stem-leaf saponins (Harthill, 2011). Besides, there is an opinion that swine flu, avian flu, and SARS (another coronavirus) developed in selenium-deficient regions of China, Ebola, HIV, in selenium-deficient regions of Sub-Saharan Africa (Harthill, 2011). Selenium shows antiviral properties in the form of sodium selenite. This component can oxidize the thiol groups in the virus protein disulfide isomerase, rendering the virus unable to penetrate the healthy cell membrane (Kieliszek & Lipinski, 2020). There have been various studies in the literature about the effect of selenium on viral diseases.

Recommended dietary allowance of selenium is 55 µg/day in the case of adults (Gombart et al., 2020). However, a total long-term intake of selenium from food and supplements ≤ 300 µg/day is recommended, as higher intakes may be associated with toxicity. There are a lot of foods with high levels of selenium including meat, chicken, fish and eggs are protein-rich foods (Klapec et al., 2004).

Copper (Cu)

Copper (II) is a co-factor in the active of superoxide dismutase, which involved in the body antioxidant defenses and the functions of critical immune cells such as T helper cells, B cells, neutrophils natural killer (NK) cells, and macrophages (Raha, Mallick, Basak, & Duttaroy, 2020). In a study, it was determined that a Cu-complex compound had antiviral effect to DENV-2 in Vero cells which are monkey kidney epithelial cell (Sucipto & Martak, 2020). Sucipto and Martak also reported that Copper (II) dihydrate exhibited a disruption effect on dengue virus replication, DENV-2, in vivo study (Sucipto & Martak, 2020). Copper (Cu) can significantly reduce the infectious viruses such as bronchitis virus, poliovirus, human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1).

The current United States Recommended Daily Intake is 0.9 mg (Raha et al., 2020). The richest dietary copper sources include shellfish, seeds and nuts, organ meats, wheat-bran cereals, whole-grain products, and chocolate.

Magnesium (Mg)

Mg extremely important antioxidant nutrient: human body can't make it and must get from outside. Research showing magnesium powerfully supports the immune system. In humans, Mg the second most abundant intracellular cation after potassium, plays several roles, involves in > 600 enzymatic reactions in the body, and regulating basic roles such as neuromuscular conduction, muscle contraction, myocardial contraction, blood sugar control, and blood pressure, maintaining tissue integrity and cellular functions, as Mg plays a significant role in immunity and metabolism maybe contributing to the exaggerated immune and inflammatory responses exhibited by COVID-19 patients (Wallace, 2020). People with decreasing levels of magnesium especially elderly people have correlated with the increase of proinflammatory cytokines (IL-6, THF-x) that's means more free radical damage and inflammatory responses.

The RDAs for Mg are 300 mg for young women and 350 mg for young men (4.5-5 mg/kg/day). Magnesium is widely distributed in green leafy vegetables, such as spinach, legumes, nuts, seeds, and whole grains, mineral, and bottled waters can also be sources of magnesium (Azoulay, Garzon, & Eisenberg, 2001).

Vitamin D

Vitamin D is known to induce antimicrobial peptide LL-37, which has antiviral, -bacterial and -fungal effects. Several articles on the effects of vitamin D on either prevention or treatment of COVID-19 are being published as we navigate this new pandemic. According to various studies, calcitriol an active form of vitamin D is activated by ultraviolet radiations, it was determined that the calcitriol lead a rise in the production of antiviral peptidase(Gombart et al., 2020). In another study (Jaratsittisin et al., 2020), it was suggested that vitamin D receptor agonists (VDR) was an effective anti-DENV agents. In different studies, it was shown that vitamin D is significantly associated with virus replication in chronic HBV infection, and that insufficient vitamin D levels most likely fail to suppress hepatitis B Virus (HBV) replication and contribute to poor clinical courses (Hoan et al., 2016). Angiotensin-converting enzyme-2 (ACE-2) is a type I integral membrane protein and the host cell receptor responsible for mediating virus entry into the cell through binding with spike (S) protein(Zhang, Penninger, Li, Zhong, & Slutsky, 2020). It is known that the active form of vitamin D can induce the expression of ACE-2. Taking this information together it seems rational to consider a potential role for vitamin D against SARS-Cov-2. The richest dietary vitamin D sources include fish, mushroom, and fortified dairy products.

Vitamin K

Vitamin K plays role on coagulation in which is an intricate balance between clot promoting and dissolving processes. Vitamin K is also a cofactor of anticoagulant protein S. There are limited studies on the viral effect of vitamin K (Janssen et al., 2020). In a study (Dofferhoff et al., 2020), it was determined that pneumonia-induced extrahepatic vitamin K depletion leading to accelerated elastic fiber damage and thrombosis in severe COVID-19 due to impaired activation of MGP and endothelial protein S, respectively. In other study (Walk et al., 2020), it was hypothesized that vitamin D might have both favorable anti-inflammatory and unfavorable pro-calcification effects during COVID-19 and that vitamin K might compensate for the latter. Many studies are needed for the effect on COVID-19 of this vitamin.

B-Vitamins

B vitamins are water-soluble vitamins and plays an important role as a part of coenzymes and in the energy metabolism of all cells. The different roles of vitamin B could be chosen as a potential treatment options for the treatment of COVID-19 (Zhang & Liu, 2020). Vitamin B1 (thiamine) is recognized as thiamin and anurine and also the first type of vitamin B that has been identified. In HIV patients, it is essential to test the extent of Vitamin B1, as it can play beneficial roles in these cases. Niacin (B3) showed a significantly anti-inflammatory effect during ventilator induced lung injury (Zhang & Liu, 2020). Vitamin B6 (pyridoxine) participates in more than 100 enzyme reactions also play important role in production of T cells and interleukins (Qian, Shen, Zhang, & Jing, 2017).Vitamin B-12 is a crucial B vitamin with a vital role in the immune system, it is needed for the production of white blood cells. It is also act as an immunomodulatory factor to maintain the normal function of macrophages (Bourbour et al., 2020). The predominant sources of B vitamins are grain and cereal-grain food, seeds and normal intestinal microbiome.

Vitamin A

Vitamin A is a fat-soluble vitamin to be recognized and β -carotene is its plant-derived precursor. Vitamin-A supplementation was associated with reduced mortality in patients with Ebola Virus disease during the West African outbreak (Aluisio et al., 2019). In other study, it was determined that Vitamin-A supplementation improves linear and ponderal growth in infants who are infected with HIV (Villamor et al., 2002). A studies reported that vitamin A has several mechanisms contributes to the phagocytic and oxidative activities of macrophages, regulate the number and function of NK cells (Natural killer cells; a type of lymphocyte cells)

(Bourbour et al., 2020; Gombart et al., 2020). In a study, it had reported that diets with low vitamin A may reduce the effectiveness of inactivated bovine coronavirus vaccines and increase the susceptibility to infectious diseases (Jee et al., 2013). There are some foods with high amount of vitamin A include liver, potato and carrot.

Probiotics

Evidence for antiviral activity of probiotic strains against common respiratory viruses, including influenza, rhinovirus, and respiratory syncytial virus comes from clinical and experimental studies (Turner et al., 2017). Several probiotics have been reported to possess an immunomodulatory ability and protect from virus infections by enhancing cytokine antiviral responses in respiratory and immune cells and in the intestinal mucosa (Biliavska, Pankivska, Povnitsa, & Zagorodnya, 2019). In a study, it was detected that the strains of *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*, as well as *Lactobacillus plantarum* could interact with the envelope of vesicular stomatitis virus (VSV) (Botić, Klingberg, Weingartl, & Cencič, 2007). And, in a different study, it was determined that *Lactobacillus gasseri* exhibited antiviral activity against respiratory syncytial virus (RSV) (Infusino et al., 2020). Besides, it is known that orally ingested probiotics strains of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species have enhanced cytokine production in the lungs or serum against viruses (Lehtoranta et al., 2014).

Bioactive Peptides

Recently, bioactive peptides have gained much attention because of their numerous health beneficial effects and exhibit various biological activities such as antioxidant and anti-human immunodeficiency virus. Matemu *et al.* (2011) found that covalent attachment of saturated fatty acids to 7S-peptides improve their antiviral activity against feline calicivirus (FCV) on the Crandell–Reese feline kidney (CRFK) cells as well as increase in surface properties of generated lipopeptides. An experiment study suggests that ZY13, one of the peptidic analogs of cathelicidin-BF (BF-30) efficiently restrict ZIKV infection (Xing et al., 2020).

Carnosine, an endogenous dipeptide consisting of beta-alanine and L-histidine, and anserine, a methylated form of carnosine is found in cells such as skeletal, cardiac, and smooth muscle cells. Therefore, they are found in protein rich foods like red meat, chicken, seafood. The anserine/carnosine in some studies, it was determined that dietary intake of acerine/carnosine supports the immunological defense against infections caused by bacteria, fungi, parasites and/ or viruses by increasing the functions of some immune cells (monocytes and macrophages) (Wu, 2020).

Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs)

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) are fatty acids that contain more than one double bond in their backbone. PUFAs are also known to have anti-viral actions besides many positive effects on health (Das, 2008). For example, it was determined that both cis-linoleic acid (18:2, omega-6) and arachidonic acid (20:4, ω-6) could inactivate animal herpes, influenza, Sendai, and Sindbis virus within minutes of contact (Kohn et al., 1980). Also, in a study (Leu et al., 2004), it was determined that strong synergistic anti-HCV effect was observed when the arachidonic acid was combined with IFN-α (interferon-α) which is a substance found naturally in the body in very small quantities and defends the body against viruses. On the other hand, α-linolenic acid (18:3, omega-3) fatty acid is a safe, effective, and low-cost strategy to help support optimal immune function. Polyunsaturated fatty acids such as the omega-3 characterized by boosting the immune system by improving B cells (B-lymphocyte) activity, reducing cytokines, lowering the inflammatory eicosanoids, and increasing phagocytosis. It is also could noticeably rarefy influenza virus replication via the RNA export machinery (Bourbour et al., 2020).

It has been considered that the anti-HCV effect of PUFAs is due to the formation of significant amounts of lipid peroxides. Lymphocytes and macrophages contain significant amounts of PUFAs and release them on appropriate stimulation. This action is predicted to be similar to the fact that PUFAs stimulate NADPH-dependent superoxide production by macrophages, neutrophils and lymphocytes that has bactericidal action (Das, 2008). Of polyunsaturated fatty acids; omega-3 (ω-3) fatty acid is found in fish and seafood.

Some Functional Foods with Antiviral Properties

Diet management should be considered in terms of improvement Immunity and the use of antiviral properties for a small number of nutrients. General recommendations for healthy adults can generally be described as rich in plant foods, including fresh fruits and vegetables, soybeans and nuts, good sources of antioxidants, omega-3 fatty acids, lower in saturated fats/trans fats and animal proteins (Table 2).

Citrus is one of the nature's best and easily available source of vitamin C, flavonoid, fiber, antioxidant, anti-tumour, cardio-protective and neuro-protective agent what makes them significant is their immune boosting potential, reduce inflammation, improve gastrointestinal function and health. Citrus fruits play an important role in preventing conditions like diabetes, cancer, neurological disease. Apples are a good source of fiber and vitamin C. They also contain polyphenols, which may have numerous health benefits.

Table 2. Some foods and their components associated with antiviral activity

Food item	Components associated with antiviral activity	Reference
Almonds, Peanuts	Vitamin E levels antiviral activities	(Makau et al., 2018)
Camellia sinensis	Flavonoids, polyphenols, antioxidants	(Suchitra & Parthasarathy, 2020)
Broccoli	Sulforaphane, Antiviral effects	(Antonenko et al., 2013)
Garlic extracts	Organosulfur, Antiviral activity	(Suchitra & Parthasarathy, 2020)
Curcumin	Reduced the inflammatory cytokines	(Hewlings & Kalman, 2017)
Paprika	vitamin C and vitamin E	(M. H. Gnayfeed, Daood, Biacs, & Alcaraz, 2001)
Zingiber officinale	Antiviral activity (H1N1, influenza A and HRSV)	(Chang et al., 2013)
Leafy vegetables	Beta carotene, Antioxidant, elevating leucocytes.	(Grune et al., 2010)
Coconut water	Vitamin B ₂ , B ₃ , B ₁ and B ₉ , antiviral activity	(Chauhan et al., 2014)
Aromatic plants	Polyphenolics	(Christaki, Bonos, Giannenas, & Florou-Paneri, 2012)
Spinach	Carotenoids (Lutein, α -carotene)	(Carbonell-Capella, Buniowska, Barba, Esteve, & Frígola, 2014)
Kiwifruit	Antioxidant	(Park et al., 2014)
Banana	Phenolics, carotenoids, biogenic amines, phytosterols	(Kaur, Purewal, Sandhu, & Kaur, 2019)
Onion	Organosulfur compounds (Quercetin and Allicin)	(Singh, Singh, Kaur, & Singh, 2016)
Spirulina extract	Sulpholipids, bioactive proteins (Cyanovirin-N)	(Sharma, 2019)

Nuts and seeds such as almonds and peanuts have high vitamin E levels. Also, they include minerals such as the Zn, Se, Cu. In a study, it was determined that almonds and the peanut skin had significant antiviral activities (Makau, Watanabe, Mohammed, & Nishida, 2018).

Green tea (*Camellia sinensis*) contains a group of flavonoids called catechins have shown to be effective in inhibiting viral infections. This advantageous effect has been ascribed to the existence of high amounts of polyphenols, which are vigorous antioxidants (Chacko, Thambi, Kuttan, & Nishigaki, 2010).

The sulforaphane, a chemical found in vegetable such as Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), other cruciferous vegetables have claimed to turn on the antioxidant genes and enzymes in particular immune cells. Also, it is known that Broccoli has antiviral effects against influenza viruses (Antonenko et al., 2013).

Garlic (*Allium sativum*) extracts has been recognized to have organosulfur compounds like allicin, diallyl trisulfide and ajoene are main chemicals, which impart antiviral property to garlic, showed the antiviral activity against HIV, herpes, cytomegalovirus and the flu viruses.

Curcumin (*Curcuma longa*) is a bright yellow chemical produced by *Curcuma longa* plants and belonging to the ginger family is recognized to be significantly reduced the inflammatory cytokines (Hewlings & Kalman, 2017). In some studies, conducted related with action of curcumin on viruses, it was determined that curcumin demonstrated various protective and/or inhibitory activities such as inhibition of viral replication, inhibition of viral entry, degradation of viral Tat protein and interaction with VP30 against viruses such as the RVFV, the HCV, the EV, influenza A virus (IAV) and bovine herpesvirus 1 (BHV 1) (Mathew & Hsu, 2018). The ginger (*Zingiber officinale*) and its extracts demonstrated to have antiviral activity (H1N1, influenza A and HRSV) and inhibition of viral replication by promoting the function of the immune systems (Chang, Wang, Yeh, Shieh, & Chiang, 2013).

Olive based products (olive oil, olive leaves) include oleuropein, hydroxytyrosol, elenolic acid, vitamin E components. It was determined that these components were reduced the upper respiratory infection with antioxidative property of oleanolic acid in oleuropein against especially influenza A and B, parainfluenza 1, 2, and 3 viruses, and herpes (Somerville, Moore, & Braakhuis, 2019).

Table 3. Some nutrients and microorganisms effective on viral diseases and recommended daily intakes (RDI) of them.

Some foods or microorganisms effective on viral diseases	Food and concentration in this food	Recommended Dietary Allowance (RDA) (in adult individuals)	Reference
Zinc (Zn)	Lean red meat, whole-grain cereals, pulses, and legumes (2.5-5 mg/100g)	8 mg/ day for women and 11 mg/day for men.	(Institute of Medicine, 2001)
Iron (Fe)	Beef, variety meats and by-products, spleen, cooked, braised (33.46 mg / 100 mL)	18 mg/ day for women and 8 mg/day for men.	(NIHa, 2021)
Selenium (Se)	Brazil Nuts (1.92 mg/100g)	55 µg/day for women and men	(Institute of Medicine,2000; Nutrition Facts for Brazilnuts, 2021)
Copper (Cu)	Tempeh (0.9 mg/cup) Beef, liver, pan fried (12.4 mg / 100 mL)	900 µg/day for women and men	(Institute of Medicine, 2000; NFT, 2021)
Magnesium (Mg)	Pumpkin seeds, roasted	310 mg/day for women, 420 mg/day for men	(Food Data Central, 2021)
Vitamin D	Fish salmon (685 IU/100 g)	600 IU/day for women and men	(Food Data Central, 2021)
Vitamin K	Spinach and broccoli (raw, 498 and 307 µg/100 g wet weight, respectively)	1 mg/kg day	(Booth & Suttie, 1998; Kamao et al., 2007)
Vitamin A	Beef Liver (16814 IU)	600 µg/ day for women 700 µg/day for men.	(Food Data Central, 2021; Olson, 1987)
B-Vitamins (B1, B2, B3, B5, B9, B12 etc.)	Whole grain wheat and barley cereal (B1;1 mg, B2; 0.117 mg, B3; 8.621 mg, B6; 0.862 mg)	B3 = 35 (mg/day*), B6 = 100 (mg/day*) Folate (B9) = 1000 (µg/day*), B12 = 3.5-2.4 (µg/day)	(Food Data Central, 2021; Institute of Medicine, 1998)
Probiotic microorganisms	Yogurts, Cheeses, Beverages, Ice Creams	n.d.**	(Granato et al., 2010)
Bioactive peptides	Milk, Whey, Soyabean, fruits, vegetables, and grains	n.d.	(Korhonen & Pihlanto, 2003; Liu, 2013)
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs; α-linolenic acid: ALA, linoleic acid: LA, Docosa-hexaenoic acid: DHA, Eicosa-pentaenoic acid: EPA, etc.)	Soybean oil (MUFAs; 22.783 g/100g, PUFAs 57.74 g/100g); Salmon (1.8 g/100 g); Omega-3). Fish, mackerel, salted ((EPA)1.619 g/100g, (DPA 0.391 g/100g, (DHA) 2.965 g/100g)	1.1 g/ day for women and 1.6 g/day for men.	(Food Data Central, 2021; NIH, 2021b)

The yellow/orange pigment beta carotene that found in green leafy vegetables, sweet potatoes, and carrots like all carotenoids, is an antioxidant can reduce inflammation and boost immune function by elevating leucocytes in the body (Grune et al., 2010). Coconut water is rich in vitamins like B2, B3, B1 and B9 along with immune stimulating properties to fight viral infections like flu (Chauhan, Archana, Singh, Raju, & Bawa, 2014).

The onion (*Allium cepa* L.), contains organosulfur compounds like quercetin and allicin are associated with hinder virus attachment to host cell, alter transcription and translation of viral genome in host cell and also affect viral assembly (Sharma, 2019). Spirulina is a dietary supplement. It is a free-floating cyanobacterium, which has 70% protein content and is rich in phenolic acids, essential fatty acids, sulfated polysaccharides, and vitamin B12. In literature, it is found some

studies related with the antiviral activity of Spirulina against viruses (Joseph, T, Ajay, Das, & Raj, 2020).

Some nutrients and microorganisms effective on viral diseases, and the recommended daily intakes (RDI) of them were given in Table 3.

The yellow/orange pigment beta carotene that found in green leafy vegetables, sweet potatoes, and carrots like all carotenoids, is an antioxidant can reduce inflammation and boost immune function by elevating leucocytes in the body (Grune et al., 2010). Coconut water is rich in vitamins like B2, B3, B1 and B9 along with immune stimulating properties to fight viral infections like flu (Chauhan, Archana, Singh, Raju, & Bawa, 2014).

The onion (*Allium cepa* L.), contains organosulfur compounds like quercetin and allicin are associated with hinder

virus attachment to host cell, alter transcription and translation of viral genome in host cell and also affect viral assembly (Sharma, 2019). Spirulina is a dietary supplement. It is a free-floating cyanobacterium, which has 70% protein content and is rich in phenolic acids, essential fatty acids, sulfated polysaccharides, and vitamin B12. In literature, it is found some studies related with the antiviral activity of Spirulina against viruses (Joseph, T, Ajay, Das, & Raj, 2020).

Some nutrients and microorganisms effective on viral diseases, and the recommended daily intakes (RDI) of them were given in Table 3.

Furthermore, some foods with immune-enhancing properties and their relationship with immune system cells are given in Figure 1.

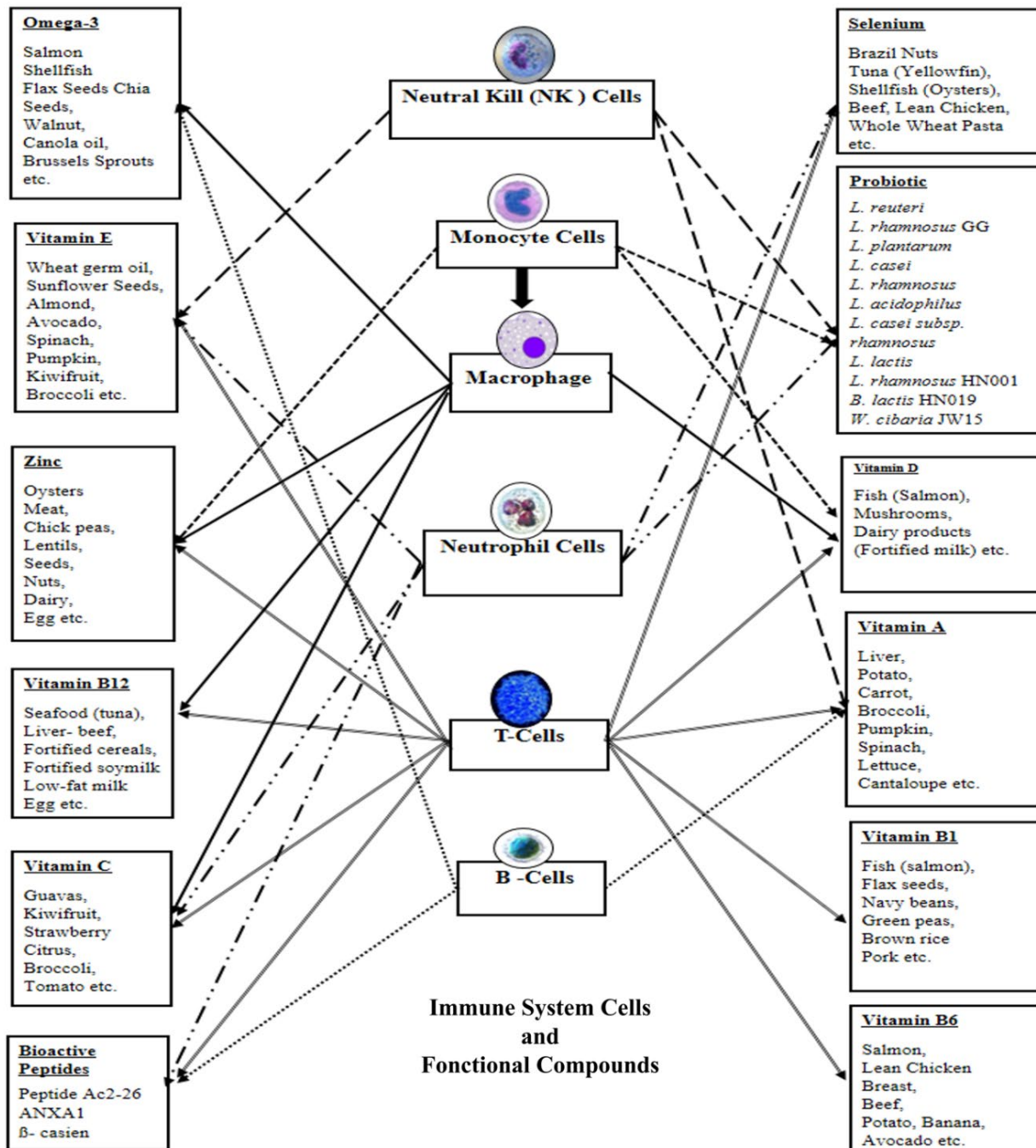


Figure 1. Some foods with immune-enhancing properties (Alkhatib et al., 2020; Bourbour et al., 2020)

Conclusion

This study provides a brief overview of the immune-enhancing and antiviral properties of some bioactive ingredients (especially micronutrients) in foods on Covid-19 and other viral infections. It is a fact that a balanced diet supported by appropriate foods, functional foods and antioxidants is needed in the prevention and treatment of viral infections. The information mentioned for nutritional interventions generates dietary hypotheses that can be applied for protection from COVID-19 and other viral diseases. Thus, further studies are needed to clarify the role of COVID-19 and viral diseases with strong recommendations.

Compliance with Ethical Standard

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

Ethics committee approval: The authors declare that this study does not require ethical permission.

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: A small part of this study was presented as a summary with oral presentation at “II. International Agriculture, Biology & Life Sciences Conference (E-AGBIL 2020, September 1-3, Edirne/Turkey)”. Only the summary part of it has been published in the congress book.

References

Alexander, J., Tinkov, A., Strand, T. A., Alehagen, U., Skalny, A., Aaseth, J. (2020). Early nutritional interventions with zinc, selenium and vitamin D for raising anti-viral resistance against progressive COVID-19. *Nutrients*, 12(8), 2358. <https://doi.org/10.3390/nu12082358>

Alkhatib, A. L., Kreniske, J., Zifodya, J. S., Fonseca, V., Tahboub, M., Khatib, J., ... Bojanowski, C. M. (2020). BMI is associated with Coronavirus disease 2019 Intensive Care Unit Admission in African Americans. *Obesity*, 28(10), 1798-1801. <https://doi.org/10.1002/oby.22937>

Aluisio, A. R., Perera, S. M., Yam, D., Garbern, S., Peters, J. L., Abel, L., ... Levine, A. C. (2019). Vitamin A supplementation was associated with reduced mortality in patients with Ebola virus disease during the West African outbreak. *The Journal of Nutrition*, 149(10), 1757-1765. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz142>

Antonenko, Y.N., Khailova, L.S., Knorre, D.A., Markova, O.V., Rokitskaya, T.I., Ilyasova, T.M., ... Skulachev, V.P. (2013). Penetrating cations enhance uncoupling activity of anionic protonophores in mitochondria. *PLoS ONE*, 8(4), e61902.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061902>

Azoulay, A., Garzon, P., Eisenberg, M.J. (2001). Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *Journal of General Internal Medicine*, 16(3), 168-175.

<https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2001.04189.x>

Biliavska, L., Pankivska, Y., Povnitsa, O., Zagorodnya, S. (2019). Antiviral activity of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria of the genera *Pediococcus*, *Leuconostoc* and *Lactobacillus* against human adenovirus type 5. *Medicina*, 55(9), 519.

<https://doi.org/10.3390/medicina55090519>

Bloom, D.E., Cadarette, D. (2019). Infectious disease threats in the twenty-first century: Strengthening the global response. *Frontiers in Immunology*, 10(549).

<https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00549>

Booth, S.L., Suttie, J.W. (1998). Dietary intake and adequacy of vitamin K. *The Journal of Nutrition*, 128(5), 785-788.

<https://doi.org/10.1093/jn/128.5.785>

Botić, T., Klingberg, T.D., Weingartl, H., Cencič, A. (2007). A novel eukaryotic cell culture model to study antiviral activity of potential probiotic bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 115(2), 227-234.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.044>

Bourbour, F., Dahka, S.M., Gholamalizadeh, M., Akbari, M.E., Shadnough, M., Haghghi, M., ... Doaei, S. (2020). Nutrients in prevention, treatment, and management of viral infections; special focus on Coronavirus. *Archives of Physiology and Biochemistry*,

<https://doi.org/10.1080/13813455.2020.1791188>

Carbonell-Capella, J.M., Buniowska, M., Barba, F.J., Esteve, M.J., Frigola, A. (2014). Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(2), 155-171.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049>

CDC (2020). Rift Valley Fever | CDC.

<https://www.cdc.gov/vhf/rvf/index.html>

(accessed 20.08.2020)

Chacko, S.M., Thambi, P.T., Kuttan, R., Nishigaki, I. (2010). Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chinese Medicine*, 5(1), 13.
<https://doi.org/10.1186/1749-8546-5-13>

Chang, J.S., Wang, K.C., Yeh, C.F., Shieh, D.E., Chiang, L.C. (2013). Fresh ginger (*Zingiber officinale*) has anti-viral activity against human respiratory syncytial virus in human respiratory tract cell lines. *Journal of Ethnopharmacology*, 145(1), 146-151.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.10.043>

Chauhan, O.P., Archana, B.S., Singh, A., Raju, P.S., Bawa, A.S. (2014). A refreshing beverage from mature coconut water blended with lemon juice. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3355-3361.
<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0825-6>

Chiu, H.-P., Chiu, H., Yang, C.-F., Lee, Y.-L., Chiu, F.-L., Kuo, H.-C., ... Lin, Y.-L. (2018). Inhibition of Japanese encephalitis virus infection by the host zinc-finger antiviral protein. *PLOS Pathogens*, 14(7), e1007166.
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007166>

Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture*, 2(3), 228-243.
<https://doi.org/10.3390/agriculture2030228>

Das, U.N. (2008). Can essential fatty acids reduce the burden of disease (s)? *Lipids in Health and Disease*, 7(1), 1-5.
<https://doi.org/10.1186/1476-511X-7-9>

Dofferhoff, A.S., Piscaer, I., Schurgers, L.J., Visser, M.P., van den Ouweland, J.M., de Jong, P.A., ... Janssen, R. (2020). Reduced vitamin K status as a potentially modifiable risk factor of severe Coronavirus disease 2019. *Clinical Infectious Diseases*, 2.
<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1258>

Food Data Central (2021). Retrieved February 21, 2021, from <https://fdc.nal.usda.gov/> (accessed 21.02.2021)

Gnayfeed, M.H., Daood, H.G., Biacs, P.A., Alcaraz, C.F. (2001). Content of bioactive compounds in pungent spice red pepper (paprika) as affected by ripening and genotype. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(15), 1580-1585.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.982>

Granato, D., Branco, G.F., Cruz, A.G., Faria, J. de A.F., Shah, N.P. (2010). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), 455-470.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00120.x>

Gombart, A.F., Pierre, A., Maggini, S. (2020). A review of micronutrients and the immune system-working in harmony to reduce the risk of infection. *Nutrients*, 12(1), 236.
<https://doi.org/10.3390/nu12010236>

Grune, T., Lietz, G., Palou, A., Ross, A.C., Stahl, W., Tang, G., ... Biesalski, H.K. (2010). β -Carotene is an important vitamin A source for humans. *The Journal of Nutrition*, 140(12), 2268S-2285S.
<https://doi.org/10.3945/jn.109.119024>

Haider, B.A., Spiegelman, D., Hertzmark, E., Sando, D., Duggan, C., Makubi, A., ... Fawzi, W.W. (2019). Anemia, iron deficiency, and iron supplementation in relation to mortality among HIV-infected patients receiving highly active antiretroviral therapy in Tanzania. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 100(6), 1512-1520.
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0096>

Harthill, M. (2011). Review: Micronutrient selenium deficiency influences evolution of some viral infectious diseases. *Biological Trace Element Research*, 143(3), 1325-1336.
<https://doi.org/10.1007/s12011-011-8977-1>

Herrero-Urbe, L. (2011). Viruses, definitions and reality. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 993-998.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v0i0.3372>

Hewlings, S., Kalman, D. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 92.
<https://doi.org/10.3390/foods6100092>

Hoan, N.X., Khuyen, N., Binh, M.T., Giang, D.P., Van Tong, H., Hoan, P.Q., ... Song, L.H. (2016). Association of vitamin D deficiency with hepatitis B virus—Related liver diseases. *BMC Infectious Diseases*, 16(1), 507.
<https://doi.org/10.1186/s12879-016-1836-0>

Institute of Medicine (US) (1998). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. In Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. National Academies Press (US).

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114296/> (accessed 21.02.2021)

Institute of Medicine (US) Panel on Dietary Antioxidants and Related
Institute of Medicine (US) Panel on Dietary Antioxidants and Related. (2000). Food and Nutrition Board, Institute of Medicine-National Academy of Sciences Dietary Reference Intakes: Recommended Intakes for Individuals. In Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington (DC): National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK225472/> (accessed 21.02.2021)

Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, D.C: National Academies Press (US).

Infusino, F., Marazzato, M., Mancone, M., Fedele, F., Mastroianni, C. M., Severino, P., ... D'ettore, G. (2020). Diet supplementation, probiotics, and nutraceuticals in SARS-CoV-2 infection: A scoping review. *Nutrients*, 12(6), 1718.
<https://doi.org/10.3390/nu12061718>

Janssen, R., Visser, M.P., Dofferhoff, A.S., Vermeer, C., Janssens, W., Walk, J. (2020). Vitamin K metabolism as the potential missing link between lung damage and thromboembolism in Coronavirus disease 2019. *British Journal of Nutrition*, 1-8.
<https://doi.org/10.1017/S0007114520003979>

Jaratsittisin, J., Xu, B., Sornjai, W., Weng, Z., Kuadkitkan, A., Li, F., ... Smith, D.R. (2020). Activity of vitamin D receptor agonists against dengue virus. *Scientific Reports*, 10(1), 10835.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-67783-z>

Jayaweera, J.A.A.S., Reyes, M., Joseph, A. (2019). Childhood iron deficiency anemia leads to recurrent respiratory tract infections and gastroenteritis. *Scientific Reports*, 9(1), 12637.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-49122-z>

Jee, J., Hoet, A.E., Azevedo, M.P., Vlasova, A.N., Loerch, S.C., Pickworth, C.L., ... Saif, L.J. (2013). Effects of dietary vitamin A content on antibody responses of feedlot calves inoculated intramuscularly with an inactivated bovine coronavirus vaccine. *American Journal of Veterinary Research*, 74(10), 1353-1362.

<https://doi.org/10.2460/ajvr.74.10.1353>

Joseph, J.,T,K., Ajay, A., Das, V.R.A., Raj, V.S. (2020). Green tea and Spirulina extracts inhibit SARS, MERS, and SARS-2 spike pseudotyped virus entry in vitro. *BioRxiv*, 2020.06.20.162701.
<https://doi.org/10.1101/2020.06.20.162701>

Kamao, M., Suhara, Y., Tsugawa, N., Uwano, M., Yamaguchi, N., Uenishi, K., ... Okano, T. (2007). Vitamin K content of foods and dietary vitamin K intake in Japanese young women. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 53(6), 464-470.
<https://doi.org/10.3177/jnsv.53.464>

Kaur, P., Purewal, S.S., Sandhu, K.S., Kaur, M. (2019). DNA damage protection: An excellent application of bioactive compounds. *Bioresources and Bioprocessing*, 6(2), 2019.
<https://doi.org/10.1186/s40643-019-0237-9>

Kieliszek, M., Lipinski, B. (2020). Selenium supplementation in the prevention of coronavirus infections (COVID-19). *Medical Hypotheses*, 143, 109878.
<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109878>

Klavec, T., Mandić, M.L., Grgić, J., Primorac, L., Perl, A., Krstanović, V. (2004). Selenium in selected foods grown or purchased in eastern Croatia. *Food Chemistry*, 85(3), 445-452.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.07.031>

Kohn, A., Gitelman, J., Inbar, M. (1980). Unsaturated free fatty acids inactivate animal enveloped viruses. *Archives of virology*, 66(4), 301-307.
<https://doi.org/10.1007/BF01320626>

Korhonen, H., Pihlanto, A. (2003). Food-derived bioactive peptides-opportunities for designing future foods. *Current Pharmaceutical Design*, 9(16), 1297-1308.
<https://doi.org/10.2174/1381612033454892>

Kuhn, J.H., Becker, S., Ebihara, H., Geisbert, T.W., Johnson, K.M., Kawaoka, Y., ... Jahrling, P.B. (2010). Proposal for a revised taxonomy of the family Filoviridae: Classification, names of taxa and viruses, and virus abbreviations. *Archives of Virology*, 155(12), 2083-2103.
<https://doi.org/10.1007/s00705-010-0814-x>

- Lehtoranta, L., Pitkäranta, A., Korpela, R. (2014). Probiotics in respiratory virus infections. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 33, 1289-1302. <https://doi.org/10.1007/s10096-014-2086-y>
- Leu, G.Z., Lin, T.Y., Hsu, J.T. (2004). Anti-HCV activities of selective polyunsaturated fatty acids. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 318(1), 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2004.04.019>
- Li, M.M.H., Aguilar, E.G., Michailidis, E., Pabon, J., Park, P., Wu, X., ... Macdonald, M.R. (2019). Characterization of novel splice variants of zinc finger antiviral protein (ZAP) downloaded from. *Journal of Virology*, 93(18), 715-734. <https://doi.org/10.1128/JVI.00715-19>
- Liu, R.H. (2013). Dietary bioactive compounds and their health implications. *Journal of Food Science*, (78 Suppl) 1, A18-25. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12101>
- Makau, J.N., Watanabe, K., Mohammed, M.M.D., Nishida, N. (2018). Antiviral activity of peanut (*Arachis hypogaea* L.) skin extract against human influenza viruses. *Journal of Medicinal Food*, 21(8), 777-784. <https://doi.org/10.1089/jmf.2017.4121>
- Matemu, A.O., Nakamura, K., Kayahara, H., Murasawa, H., Katayama, S., Nakamura, S. (2011). Enhanced antiviral activity of soybean β -conglycinin-derived peptides by acylation with saturated fatty acids. *Journal of Food Science*, 76(6), M299-M304. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02248.x>
- Mathew, D., Hsu, W.-L. (2018). Antiviral potential of curcumin. *Journal of Functional Foods*, 40, 692-699. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.017>
- NFT, Nutrition Facts for Tempeh, (2021). Myfooddata website: <https://tools.myfooddata.com/nutrition-facts/174272/wt1> (accessed 21.02.2021)
- NIH, National Institutes of Health, (2021). Office of Dietary Supplements-Iron. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/> (accessed 20.02.2021)
- NIH, National Institutes of Health, (2021). Office of Dietary Supplements-Omega-3 Fatty Acids. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/> (accessed 21.02.2021)
- Nutrition Facts for Brazilnuts. (2021). Myfooddata website: <https://tools.myfooddata.com/nutrition-facts/170569/wt> (accessed 21.02.2021)
- Olson, J.A. (1987). Recommended dietary intakes (RDI) of vitamin A in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 45(4), 704-716. <https://doi.org/10.1093/ajcn/45.4.704>
- Park, Y.-S., Namiesnik, J., Vearasilp, K., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Barasch, D., ... Gorinstein, S. (2014). Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars. *Food Chemistry*, 165, 354-361. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.114>
- Pellegrini, M., Roda, M., Lupardi, E., Di Geronimo, N., Giannaccare, G., Schiavi, C. (2020). The impact of COVID-19 pandemic on ophthalmological emergency department visits. *Acta Ophthalmologica*, aos.14489. <https://doi.org/10.1111/aos.14489>
- Perricone, C., Bartoloni, E., Bursi, R., Cafaro, G., Guidelli, G.M., Shoefeld, Y., Gerli, R. (2020). COVID-19 as part of the hyperferritinemic syndromes: The role of iron depletion therapy. *Immunologic Research*, 68, 213-224. <https://doi.org/10.1007/s12026-020-09145-5>
- Qian, B., Shen, S., Zhang, J., Jing, P. (2017). Effects of Vitamin B6 Deficiency on the Composition and Functional Potential of T Cell Populations. *Journal of Immunology Research*, 2017,12. <https://doi.org/10.1155/2017/2197975>
- Raha, S., Mallick, R., Basak, S., Duttaroy, A.K. (2020). Is copper beneficial for COVID-19 patients? *Medical Hypotheses*, 142, 109814. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109814>
- Read, S.A., Obeid, S., Ahlenstiel, C., Ahlenstiel, G. (2019). The role of zinc in antiviral immunity. *Advances in Nutrition*, 10, 696-710. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz013>
- Schmidt, S.M. (2020). The role of iron in viral infections. *Frontiers in Bioscience*, 25(4), 4839. <https://doi.org/10.2741/4839>

- Seale, L.A., Torres, D.J., Berry, M.J., Pitts, M.W. (2020). A role for selenium-dependent GPX1 in SARS-CoV-2 virulence. *American Journal of Clinical Nutrition*, 112, 447-448. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa177>
- Sharma, N. (2019). Efficacy of garlic and onion against virus. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 10(4), 3578-3586. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v10i4.1738>
- Singh, B., Singh, J.P., Kaur, A., Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits-A review. *Food Chemistry*, 206, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>
- Somerville, V., Moore, R., Braakhuis, A. (2019). The Effect of Olive Leaf Extract on Upper Respiratory Illness in High School Athletes: A Randomised Control Trial. *Nutrients*, 11(2), 358. <https://doi.org/10.3390/nu11020358>
- Suchitra, M.R., Parthasarathy, S. (2020). Nutrition and corona virus: Plan a diet in a pandemic. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11, 110-114. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11iSPL1.2241>
- Sucipto, T.H., Martak, F. (2020). Inhibition of dengue virus serotype 2 in Vero cells with [Cu(2,4,5-triphenyl-1H-imidazole)2(H2O)2].Cl2. *Infectious Disease Reports*, 12(S1), 8744. <https://doi.org/10.4081/idr.2020.8744>
- Turner, R.B., Woodfolk, J.A., Borish, L., Steinke, J.W., Patrie, J.T., Muehling, L.M., ... Lehtinen, M.J. (2017). Effect of probiotic on innate inflammatory response and viral shedding in experimental rhinovirus infection – a randomised controlled trial. *Beneficial Microbes*, 8(2), 207-215. <https://doi.org/10.3920/BM2016.0160>
- Villamor, E., Mbise, R., Spiegelman, D., Hertzmark, E., Fataki, M., Peterson, K. E., ... Fawzi, W.W. (2002). Vitamin A supplements ameliorate the adverse effect of HIV-1, Malaria, and Diarrheal infections on child growth. *Pediatrics*, 109(1), e6–e6. <https://doi.org/10.1542/peds.109.1.e6>
- Walk, J., Dofferhoff, A.S., van den Ouweland, J.M., van Daal, H., Janssen, R. (2020). Vitamin D-contrary to vitamin K-does not associate with clinical outcome in hospitalized COVID-19 patients. *medRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.11.07.20227512>
- Wallace, T.C. (2020). Combating COVID-19 and building immune resilience: A potential role for magnesium nutrition? *Journal of the American College of Nutrition*, 39(8), 685-693. <https://doi.org/10.1080/07315724.2020.1785971>
- WHO (2020). Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome> (accessed 22.08.2020)
- Wu, G. (2020). Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids*, 52, 329-360. <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02823-6>
- Xing, M., Ji, M., Hu, J., Zhu, T., Chen, Y., Bai, X., ... Jin, L. (2020). Snake Cathelicidin Derived Peptide Inhibits Zika Virus Infection. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01871>
- Zhang, H., Penninger, J.M., Li, Y., Zhong, N., Slutsky, A.S. (2020). Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) as a SARS-CoV-2 receptor: Molecular mechanisms and potential therapeutic target. *Intensive Care Medicine*, 46(4), 586-590. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05985-9>
- Zhang, L., Liu, Y. (2020). Potential interventions for novel coronavirus in China: A systematic review. *Journal of Medical Virology*, 92(5), 479-490. <https://doi.org/10.1002/jmv.25707>
- Zhu, Y., Tong, L., Nie, K., Wiwatanaratnabutr, I., Sun, P., Li, Q., ... Cheng, G. (2019). Host serum iron modulates dengue virus acquisition by mosquitoes. *Nature Microbiology*, 4(12), 2405-2415. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0555-x>

Safranın (*Crocus sativus* L.) özellikleri, tarihçesi ve gıdalarda kullanımı üzerine bir araştırma

Çiğdem MUŞTU

Cite this article as:

Muştu, Ç. (2021). Safranın (*Crocus sativus* L.) özellikleri, tarihçesi ve gıdalarda kullanımı üzerine bir araştırma. *Food and Health*, 7(4), 300-310. <https://doi.org/10.3153/FH21031>

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,
Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme
Bölümü, Gıda Kalite Kontrolü ve Analizi
Programı, Bilecik, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

Ç.M. 0000-0003-0703-6877

Submitted: 17.01.2021

Revision requested: 19.02.2021

Last revision received: 22.02.2021

Accepted: 23.02.2021

Published online: 29.09.2021

Correspondence: Çiğdem MUŞTU

E-mail: cigdem.mustu@bilecik.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

ÖZ

Safran, Iridaceae familyasına ait *Crocus sativus* L.'nin kurutulmuş kırmızı stigmalarından elde edilen önemli bir baharattır. Tıbbi özellikleri sayesinde antik çağlardan modern zamanlara kadar geleneksel tıpta, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde kozmetik, boya sanayi ve gıda sektörü gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Dünyadaki en kıymetli baharatlardan ve kullanım alanı oldukça geniş olan safranın üretimi İran, Hindistan, Afganistan, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Fas gibi coğrafi bölgeler ile sınırlıdır. Ayrıca en kaliteli safran üreticileri arasında yer almasına rağmen ülkemizde de ekimi ve üretimi oldukça gerileyerek, yalnızca Karabük ili, Safranbolu ilçesinin bazı köylerinde yapılmaktadır. Üretiminin sınırlı olması, geniş kullanım alanına sahip olan ve yüksek ekonomik değeri bulunan bu bitkinin tanınırlığını da azaltmaktadır. Ülkemize de ekonomik anlamda kazanç sağlayabileceği düşünülen bu değerli bitkinin ekonomiye yeniden kazandırılması gerekmektedir. Bu derlemede safran bitkisi; değerini bir kez daha vurgulamak ve yetiştiriciliğini sürdürülebilir kılmak amacıyla, her yönü ile ele alınmış ve botanik özellikleri, tarihçesi, yetiştirildiği bölgeler, kimyasal kompozisyonu ve gıdalarda kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baharat, Gıda, Safran, Sağlık, Stigma

ABSTRACT

A Research on Properties, History of Saffron (*Crocus sativus* L.) and its Use in Foods

Saffron is an important spice obtained from the dried red stigmas of "*Crocus sativus* L." belonging to the Iridaceae family. It is used in traditional medicine from ancient times to modern times thanks to its medicinal properties, in various fields such as cosmetics, paint industry, food sector thanks to the bioactive components it contains. The production of saffron, which is one of the most valuable spices in the world and has a wide area of use, is limited to geographical regions such as Iran, India, Afghanistan, Spain, Italy, Greece and Morocco. In addition, although it is among the highest quality saffron producers, its cultivation and production in our country has decreased considerably and it is only made in some villages of Karabük province, Safranbolu county. The limited production of saffron reduces the recognition of this plant, which has a wide range of uses and has high economic value. This valuable plant, which is thought to provide economic gain to our country, should be brought back to the economy. In this review, the saffron plant is discussed in every aspect in order to emphasize its value once more and to make its cultivation sustainable and information about its botanical characteristics, history, regions where it is grown, chemical composition and use in foods was given.

Keywords: Spice, Food, Saffron, Health, Stigma

Giriş

Safran, Iridaceae familyasına ait otsu çiçekli ve çok yıllık bir bitki olan *Crocus sativus* L.'nin kurutulmuş kırmızı stigmalardan elde edilen önemli bir baharattır (Cardone ve ark., 2020; Çınar ve Önder, 2019). Safran kelimesi, Farsça kökenli olarak bilirse de günümüzdeki kullanımına Arapça asıllı sarı anlamına gelen “za’feran” sözcüğünün evrilmesiyle kavuşmuştur (Melnyk ve ark., 2010). Bu isimlendirmenin safran bitkisinin tepeciğinde bulunan turuncu-sarı renkteki stigmalardan olduğu düşünülmektedir. Çince “fan hung hua”, Japonca’da “safuran”, İtalyanca’da “zafferano”, İspanyolca’da “azafrán”, Yunanca’da “zaforá”, Fransızca, Almanca, Türkçe’de “safran” ve İngilizce’de “saffron” gibi isimlendirmeler ile kullanılmaktadır (Ceylan, 2005).

Safran, çok eski yıllardan beri ilaç, kozmetik, boya sanayi ve gıda sektörü gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır (Kanakis vd., 2007). Safran çiçeklerinin kurutulmuş stigmalarının antidepresan, antioksidan, antikarsinojenik afrodisyak, antispazmodik, antiinflamatuvar özelliklerinin yanı sıra kolesterol ve kan şekerini düzenleyici gibi tıbbi özellikleri bulunmaktadır (Boskabady ve Aslani, 2006; Chryssanthi ve ark., 2011; Makhlouf ve ark., 2011; Mzabri ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2013). Bu özellikleri nedeniyle antik çağlardan modern zamanlara kadar insan sağlığını geliştirmek için geleneksel tıpta yaygın bir şekilde bilinmektedir (Bathaie ve Mousavi, 2010; Bhargava, 2011). Ayrıca son yıllarda da kronik hastalıkların ve kanserin önlenmesi için günlük diyetle baharat ve fonksiyonel gıda kullanımının arttığı görülmektedir. Bu anlamda özellikle de insan sağlığı için faydalı özellikleri sayesinde tüketicilerin ilgisini çekmektedir (Kyriakoudi ve ark., 2015).

Bitkinin kullanıldığı başka bir alan ise kozmetik sektördür. İçeriğinde bulunan kendine has koku ve aroma bileşenleri sayesinde parfüm gibi ürünlerde kullanılmaktadır (Akhtar ve ark., 2014). Ayrıca yapılan araştırmalarda safran çiçeğinin stigmasından yapılan kremin cildi nemlendirdiği, ciltteki su kaybını önlediği ve yaşlanma karşıtı özelliği olduğu belirlenmiş ve kremlerde kullanılmaya başlanmıştır (Akhtar vd., 2014; Jadoon vd., 2015).

Safran, suda çözünebilen ve kırmızı-sarı renk verici özelliği sayesinde kendi ağırlığının çok daha fazlasını boyayabilme kapasitesine sahip olmasından dolayı boya sektöründe kumaş gibi çeşitli ürünleri boyamak için kullanılmasının yanı sıra gıda sektöründe yiyeceklere renk vermesi amacıyla da kullanılmaktadır. Ancak pahalı olmasından dolayı günümüzde kullanımının azaldığı ve yerini sentetik boyalara bıraktığı görülmektedir (Özel ve Erden, 2005).

Safran baharatı renk verici özelliğinin yanı sıra içerdiği aroma maddeleri nedeniyle yemeklere kendine özgü bir tat ve lezzet sağlamaktadır. Bu amaçla özellikle İran, Arap, Orta

Asya, Avrupa, Hint, Fas mutfaklarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kamalipour ve Akhondzadeh, 2011). Ayrıca şekerleme, alkollü ve alkolsüz içecekler, tereyağı, peynir ve dondurma gibi ürünlere de renk ve lezzeti iyileştirmek amacıyla eklenmektedir (Hosseini ve ark., 2010).

Tarihsel olarak safran, 3000 yıldır gıda endüstrisinde ve boya sanayiinde yaygın kullanımıyla bilirse de geleneksel kullanımı ve klinik deneyler göz önünde bulundurulduğunda, önemli etkileri olan çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Günümüzde safran çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilmekte olup, safrana yoğun talep bulunmaktadır. Fakat yetiştirilme ve toplama sürecinin zahmetli ve üretim veriminin düşük olması nedeniyle üretim miktarı bu talebi karşılayamamaktadır (Çoban, 2010). Bundan dolayı şifalı bitkiler arasında en pahalı baharat olarak bilinmekte ve "kırmızı altın" olarak adlandırılmaktadır (Leone ve ark., 2018). Pahalı bir baharat olmasından dolayı yerine genellikle aspir (*Carthamus tinctorius*, yalancı safran ya da kır safranı) veya zerdeçal (*Curcuma longa*) gibi bitkiler de kullanılmaktadır (Çınar ve Önder, 2019).

Kullanım alanı mutfaktan sanayiye kadar oldukça geniş olan safranın üretimi sınırlı miktarda yapılmaktadır. Anadolu’da üretiminin en geniş olduğu bölge Karabük ilinde adını vermiş olduğu Safranbolu ilçesidir (Gümüştuyu, 2002). Ayrıca Türkiye en kaliteli safran üreticileri arasında yer almaktadır. Ancak buna rağmen üretiminin ülkemizde özellikle 1900’lü yıllardan itibaren önemini kaybettiği ve sınırlı olduğu görülmektedir (Çınar ve Önder, 2019). Oysaki safranın, sürdürülebilir tarımda üretimin çeşitlendirilmesine ve gastronomik turizmin desteklenmesine izin veren bir gelir takviyesi olabileceği düşünülmektedir (Gresta ve ark., 2008). Dolayısıyla çok geniş kullanıma sahip olmasının yanı sıra gastronomik açıdan da önemli bir ürün olarak yetiştiriciliğinin sürdürülebilir olması oldukça önemlidir (Hagh Nazari ve Keifi, 2007).

Bu derlemede safran bitkisi, değerini bir kez daha vurgulamak adına her yönü ile ele alınacaktır. Bu bağlamda botanik özellikleri, tarihçesi ve yetiştirildiği bölgeler, kimyasal kompozisyonu ve gıdalarda kullanımı hakkında bilgiler verilmesi amaçlanmaktadır.

Tanımı ve Botanik Özellikleri

Safran (*Crocus sativus* L.), süsengiller (*Iridaceae*) familyasından Çiğdem (*Crocus*) cinsine ait olan ve yaşamını iki yıldan fazla sürdürülebilir çok yıllık, soğanlı bir kültür bitkisidir. Daha çok Kuzey yarımkürede tropikal ve subtropikal iklim bölgelerinde yetiştirilir (Şaltu, 2002).

Bitki, meyve ve tohum üretmediğinden dolayı soğanları yarımıyla çoğalır (Rezaeieh ve Vaziri, 2012; Pitsikas, 2015). Soğan kısmı toprağın altında bulunmaktadır ve bu kısım alt ve üst taraftan basık, 2-4 cm arasında değişen boyutlarda kahverengi bir küre şeklindedir (Şekil 1). Toprağın üstünde kalan gövde kısmı 20-30 cm uzunluğunda ve 5-11 ince uzun yeşil yapraktan oluşan bir görünümde. Çiçek kısmı ise 5-7 mor renkli petalden oluşan bir ovaryum, yumurta borusu ve stigmadan (tepecik) oluşur. Stigma kısmı boyutları 2,5 ila 3,2 cm arasında değişir ve turuncu, kırmızı veya sarı renklidir (Şekil 2) (Pitsikas, 2015; Rezaeieh ve Vaziri, 2012). Bitkinin yararlanılan bölümü, tepeciğin bulunduğu ipliksi görünüşlü kısım dır (Şekil 3) (Çavuşoğlu, 2005; Gohari ve ark., 2013).

Soğanları yağışsız bölgelerde -10°C 'ye kadar dayanıklılık gösterirken, çiçek vermesi için hava sıcaklığının $23-27^{\circ}\text{C}$ aralığında olması gerekir. Uygun koşullarda 50 ila 150 gün arasında çiçek vermektedir (Molina ve ark., 2005). Safran, çiçeklenme döneminde kuru ve güneşli hava isterken, yağışlı havalara karşı çok hassastır. Aynı zamanda kumlu, kireçli, killi ve iyi drenajlı topraklarda yetişir ve suyun fazla olduğu topraklarda soğanları çürüdüğü için ekimi eğimli yerlerde yapılmaktadır (Arslan, 1986).

Ağustos ayında ekimi yapılan safran, Ekim ayında 20-30 cm boylarında mor renkli çiçek açtıktan sonra işlenmeye başlanır (İpek ve ark., 2009; Molina ve ark., 2005). Hasat genellikle 2 aşamada yapılan, 15-20 gün süren, çok yorucu ve zahmet gerektiren bir iştir. İlk aşamada açılmamış tomurcuklar toplanarak sepetlere koyulur ardından gölge ve serin bir alana serilerek çiçeklerin açması beklenir. İkinci aşamada ise bir makas yardımıyla stigmaya yakın olan kısım kesilir ve daha sonra kurutulur. Kurutma 30°C 'de 24 saat ya da $50-80^{\circ}\text{C}$ 'de 30-35 dakika gibi farklı sıcaklık-süre kombinasyonlarında gerçekleştirilebilir. Daha sonra karanlık ve nemsiz bir ortamda cam veya tahta kaplarda muhafaza edilir (Bakhtavari, 2010; Çınar ve Önder, 2019; Gümüüşsuyu, 2002).



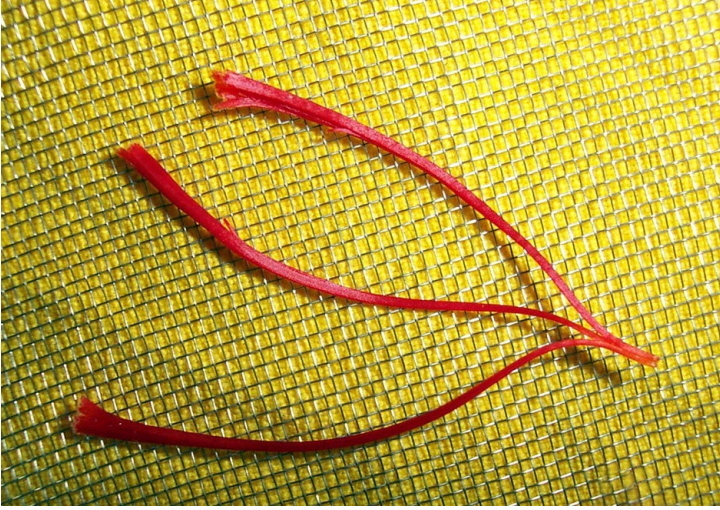
Şekil 1. Safran soğanı (Ebrahimzadeharvanaghi, 2018)

Figure 1. Saffron corms (Ebrahimzadeharvanaghi, 2018)



Şekil 2. Safran çiçeği ve sarı-kırmızı renğinde, 2,5 ila 3,2 cm boyutlarında stigma kısmı (Small, 2016)

Figure 2. Saffron flower and yellow-red, 2.5 to 3.2 cm in size stigma (Small, 2016)



Şekil 3. Safrandan elde edilen üç dallı tek stigma (Small, 2016)

Figure 3. A single three-branched stigma derived from saffron (Small, 2016)

Tarihçesi ve Yetiştirildiği Bölgeler

Safran, tarihi 3.000 yıl öncesine kadar uzanan en eski baharatlardan biridir ve kökeni hakkında farklı teoriler bulunmaktadır. Bazı araştırmalarda safran bitkisinin İran'dan geldiğine inanılırken, bazılarında ise Yunanistan'a özgü olduğu belirtilmektedir (Winterhalter ve Straunbinger, 2000).

Eski çağlardan beri birçok kaynak ve hikâyede adı geçen safranın tıbbi kullanımının ilk belgeleri Assurbanipal kütüphanesinde bulunan Asurlulardan kalma M.Ö. 12.yy'da tarihlenen yazıtlar olarak belirlenmiştir. En eski tasviri olarak MÖ 1600-1700 tarihinde Girit'teki Minos Sarayı'nda safranın genç kızlar ve maymunlar tarafından toplandığı gösteren saray freskleri bulunmuştur. Bazı araştırmalar safranın büyük olasılıkla Girit'te evcilleştiğini belirtmektedir. Eski Mısır'da (MÖ 3100- MS 476) Ebers Tıp Papirüsü'nde ise safranın Girit'ten ithal edildiği ve özellikle tıp alanında kullanıldığından bahsedilmiştir (Mousavi ve Bathaie, 2011; Mzabri ve ark., 2019).

İranlı tarihçilerin safranın kökeni hakkında teorisine göre Zagross ve Alvand Dağları'ndan geldiğine inanılmaktadır. En eski kanıtı ise eski bir Pers hanedanı olan "Achaemenian" a dayandırılmaktadır. Ayrıca safranın Keşmir'e tanıtılmasında Arapların İran'a girmesiyle bölgeden kaçarak Hindistan'a gelen Zerdüştlerin etkisi olduğu bilinmektedir. Safran kelime olarak Keşmir'in en eski metninde geçmektedir (Nilamatapurane, Cilt 1). Ayrıca, çok ünlü antik Keşmir tarihçesi olan "Rajtarangini" kitabının yazarı Kalhana, Keşmir halkına göre

cennette bile bulunamayan safrandan bahsetmektedir (Yasmin ve Nehvi, 2013).

Çağlar boyunca İran ve Hindistan'da Kaşmir bölgesinde yetiştirilen safranın, Moğollar tarafından Çin'e, Araplar tarafından İspanya'ya, İspanya'dan aldığı safran bitkisini Abruzzo'ya diken rahip tarafından İtalya'ya getirildiği ve Haçlılar tarafından da Batı Avrupa'ya tanıtıldığı bilinmektedir (Cardone ve ark., 2020; Mousavi ve Bathaie, 2011). Orta Çağ'da ve sonraki yüzyıllarda erişiminin, yetiştirme ve toplanmasının zorluğu nedeniyle çok talep gören safranın ticaretinde ve taşışın önlenmesinde sert kurallar uygulandığı görülmektedir. Ayrıca bu durumun 1374'teki "Safran Savaşı"na neden olduğu söylenmektedir (Christodoulou ve ark., 2015; Giaccio, 2004).

Anadolu'da varlığı Hititler döneminden beri bilinen safranın yetiştiriciliği ve ticareti, Antik Yunan, Roma ve Osmanlı dönemlerinde büyük önem taşımaktadır. Roma döneminde en değerli safranın Silifke ve yakınlarında yetiştiğine yönelik kayıtlar bulunmaktadır. Selçuklular ve Osmanlı Devleti Dönemi'nde Safranbolu başta olmak üzere Adana, Bolu, İzmir, Tokat, Mardin ve Şanlıurfa'da yetiştirildiği bilinmektedir (Coşkun ve ark., 2017; İpek ve ark., 2009). Osmanlılar döneminde safran üretiminin önemini koruduğu, 1858 yılında İngiltere'ye yapılan 9,705 kg safran satışı ile açıklanmaktadır. Ayrıca yine o dönemlerde safran kelimesinin yerleşim birimleri, hanlar ve manastır gibi çeşitli yerlerin isimlendirilmesinde kullanılması da bitkiye verilen önemi göstermektedir. Bu anlamda İstanbul'da Büyük ve Küçük Safran Hanları, Ankara'da Zaferan Hanı, Mardin'de Süryanilere ait olan Zaferan Manastırı, Yalova'da Safran köyü, Harput'ta Safran mahallesi örnekler arasındadır (Arslan, 2019).

Osmanlı Dönemi'nde üretilen safranın yetersiz olduğu zamanlarda yurt dışından safran ithal edildiği bilinmektedir. Bu durum yirminci yüzyılın başlarında iç karışıklıklar, ekonomik güçlükler ve köyden şehirlere göç gibi nedenlerden dolayı safran ekimi ve üretiminin gerilemesine bağlanmaktadır. İlerleyen yıllarda da safran üretim miktarları ülke gereksinimini karşılayamadığı için Avrupa ülkelerinden safran ithal edilmeye devam edilmiştir (Ünalı, 2007).

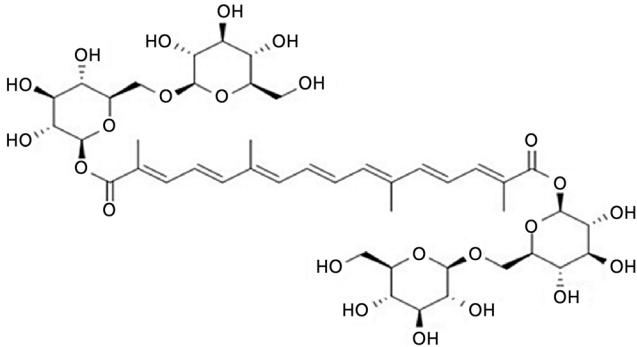
Günümüzde ise safran yetiştiriciliği İran, Hindistan, Afganistan, İspanya, İtalya, Yunanistan, Fas ve Türkiye gibi coğrafi bölgeler ile sınırlıdır (Yasmin ve Nehvi, 2013). İran'ın yıllık ortalama safran üretimi 2007'de 230 ton iken 2017'de 376 tona kadar yükselmiştir. Bu üretim miktarı ile küresel üretimin %90'ını oluşturmakta ve dünyanın en büyük üreticisi olarak kabul edilmektedir. Ancak tarihin en eski safran üretim alanlarından biri olmasına rağmen İran'da üretim veriminin, 1982'de 5,1 kg/ha iken 2017'de 3,5 kg/ha olarak önemli öl-

çüde düştüğü görülmektedir. Bu düşüş; toprak veriminin düşük olması, üreme materyali olarak kaliteli soğanın bulunmaması, kemirgen istilası, uygunsuz işleme, iklim değişikliği ve taşış gibi birkaç faktör neden olabilir (Koochehi ve ark., 2019). Hindistan'da (Keşmir) ise safran endüstrisindeki gerileme yıllık üretimin 1997'de 15,85 ton üretim miktarı ve 2,8 kg/ha verimde iken 2015'te 9,6 ton üretim miktarı ve 2,61kg/ha verime düşmesiyle değerlendirilmektedir (Ganaie ve Singh, 2019). Ayrıca mevcut istatistiklere göre, Avrupa ülkelerinde de safran üretiminde ciddi bir düşüş olmaktadır (Cardone ve ark., 2020).

Türkiye'de ise günümüzde ve hatta gelecekte de ekonomik değeri ile önemini sürdüreceği düşünülen safranın ekim alanı yok denecek kadar azalmıştır ve üretim yalnızca Karabük ilinin, Safranbolu ilçesinin bazı köylerinde yapılmaktadır (Ünalı, 2007). Ülkemizin çeşitli bölgelerinde özellikle Tokat (Merkez ve Zile İlçesi), Şanlıurfa (Hilvan), Bursa (İnegöl) gibi şehirlerde de safran yetiştiriciliği tekrar denenmektedir. Ancak buralarda ticari bir değer söz konusu değildir. Bu nedenle Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) kayıtlarında safran üretimine yönelik veri bulunmamaktadır (Coşkun ve ark., 2017). Safran bitkisinin ekimi ve pazarlanması konusunda Tarım Bakanlığı ve Özel İdare kaynakları kullanılarak ekim çalışmaları devlet desteği ile sağlanmaktadır. Bu çalışmalar ile ekim alanlarının artırılması ve gen kaynağının korunarak gelecek nesillere aktarılması amaçlanmaktadır (Ünalı, 2007).

Kimyasal Kompozisyonu

Safran stigmalarının temel bileşimi %14-16 su, %11-13 azotlu maddeler, %12-15 şeker, %41-44 nitrojen içermeyen çözünür maddeler, %0,6-0,9 uçucu yağ, %4-5 selüloz ve %4-6 mineral maddelerden oluşur. Safranda riboflavin (56-138 µg/g) ve tiamin (0,7-4 µg/g) gibi iki önemli vitamin bulunmaktadır. Ayrıca safran stigmalarının kimyasal analizlerinde yaklaşık 150 uçucu ve aroma verici bileşiğin varlığı belirlenmiş, ancak yaklaşık 50 bileşenin tanımlanması yapılmıştır.



Şekil 4. Krosin kimyasal formülü (Christodoulou ve ark., 2015)

Figure 4. Chemical formula of crocin (Christodoulou ve ark., 2015)

Bunlar terpenler, terpenik alkoller ve terpen esterleri, flavonoidler (kersetin ve kemferol), karotenoidler (krosin, krosetin), pikrokrosin ve safranal gibi sekonder bileşikler olarak bilinmektedir (Azarabadi ve Özdemir, 2018; Bagur ve ark., 2018; Pitsikas, 2016).

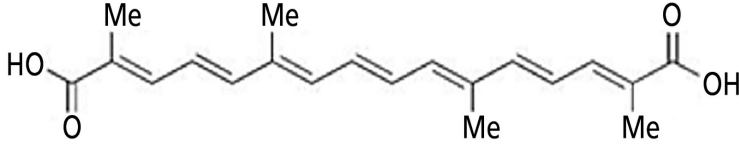
Safranın içerdiği sekonder bileşikler arasında en önemli üç ana bileşik; safrana özgü renginden sorumlu bir karotenoid pigment olan krosin (C₄₄H₆₄O₂₄, suda çözünür krosetin esteri), aroma ve acı tadından sorumlu olan pikrokrosin (C₁₆H₂₆O₇, monoterpen glikozit, safranalin öncüsü) ve kokudan sorumlu olan safranal (C₁₀H₁₄O, uçucu yağın ana bileşeni)'dir (Acar ve ark., 2017; Mzabri ve ark., 2019). Bu metabolitler, safranın gıdalara aynı anda renk, tat ve aroma verebilen tek baharat olmasını sağlamaktadır (Cardone ve ark., 2019).

Krosetin ise hidrofobik ve yağda çözünen konjuge bir polien dikarboksilik asittir (Şekil 5). Krosetin ve iki kısım suda çözünen gentiobioz (iki D-glukoz biriminden oluşmuş bir disakkarit) birleşimiyle krosin oluşur (Çınar ve Önder, 2019).

Krosin, altın sarısı-turuncu renk verici özelliği olan ve doğada nadir bulunan bir hidrofilik karotenoidtir (Şekil 4) (Özel ve Erden, 2005). Kuru safran kütesinin %10'undan fazlasını oluşturur ve yüksek çözünürlüğü nedeniyle diğer karotenoidlere kıyasla gıda ve ilaçlarda daha yaygın kullanıma sahiptir (Moghaddasi, 2010).

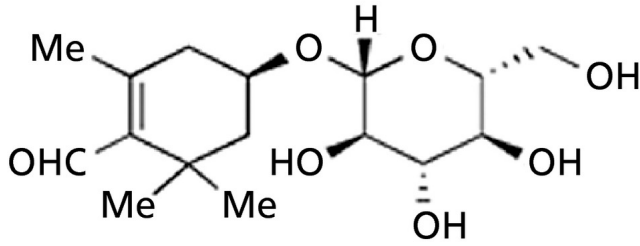
Pikrokrosin, safranın acı tadını etkileyen ve zeaksantin karotenoidinin oksidatif parçalanması ile oluşan ana faktördür (Şekil 6) (Moghaddasi, 2010). Kuru safran kütesinin %4'ünü oluşturmaktadır (Acar ve ark., 2017).

Safranal ise safranın kurutulması ve depolanması aşamasında pikrokrosinin hidroliziyle oluşan ve aldehit yapısında olan aroma vericidir (Şekil 7) (Christodoulou ve ark., 2015). Ayrıca, uçucu yağın karakteristik kokusundan sorumlu ana bileşenidir (Kanakakis ve ark., 2004).



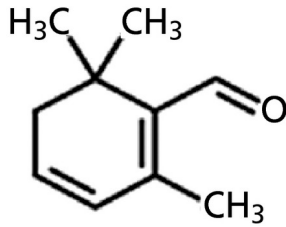
Şekil 5. Krosetin kimyasal formülü (Christodoulou ve ark., 2015)

Figure 5. Chemical formula of crocetin (Christodoulou ve ark., 2015)



Şekil 6. Pikrokrosin kimyasal formülü (Christodoulou ve ark., 2015)

Figure 6. Chemical formula of picrocrocin (Christodoulou ve ark., 2015)



Şekil 7. Safranal kimyasal formülü (Christodoulou ve ark., 2015)

Figure 7. Chemical formula of safranal (Christodoulou ve ark., 2015)

Gıdalarda Kullanımı

Safran kendine özgü rengi, acımsı tadı ve otsu kokusu ile tüm dünyada antik çağlardan günümüze kadar gıdalarda kullanılan önemli bir baharattır (Mzabri ve ark., 2019; Sampathu ve ark., 1984). Stigmaları sıvı içerisinde bir süre bekletilir, renk ve aroma maddelerinin sıvıya geçmesinden sonra gıdaların üzerine dökülerek kullanılır (Şekil 8) (Small, 2016). Yoğun bir etkisi olduğu için birkaç tel kullanılması yeterlidir (Özkul Açıkgöz, 2010).

Bugün başlıca kullanım alanı mutfak uygulamaları olarak bilinmektedir. Hem tatlı hem de tuzlu yemeklere konularak lezzet oluşumunu sağlayan çok yönlü bir baharattır (Small, 2016). Et kızartmaları, etli yemekler ve güveçlerde, çorbalarda, pilavlarda, tatlılarda ve hamur işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gıda endüstrisinde alkollü ve alkolsüz içecekler; şekerleme ve fırıncılık ürünleri; peynir, tereyağı ve dondurma gibi süt ürünleri; sucuk, salam ve sosis gibi et ürünlerinde renklendirici ve tatlandırıcı olarak değerlendirilmektedir (Sampathu ve ark., 1984; Yasmin ve Nehvi, 2013).



Şekil 8. Sıvı içerisinde demlenen safran stigmaları (Small, 2016)

Figure 8. Saffron stigmas brewed in liquid stigmaları (Small, 2016)

Dünyada Kullanımı

İran, İspanya, Birleşik Krallık'ın bazı bölgelerinde, Fas, Orta Asya, Hint ve Avrupa mutfaklarında yaygın olarak görülmektedir (Small, 2016). Hindistan, İran, İspanya gibi ülkelerde özellikle pirinç çeşnişi olarak bilinmektedir. **İspanyol mutfağında** pirinçten yapılan bir spesiyal olan “Paella Valenciana” (Bakhtiarova, 2020) ve deniz mahsullerinden yapılan “Zarzuella” (Small, 2016), **Fransız mutfağında** Provensal usulü deniz mahsulü güveç “Bouillabaisse” (Winterhalter ve Straubinger, 2000) ve baharatlı balık çorbası, **İtalya mutfağında** Milano usulü risotto (Giupponi ve ark., 2019), yumurta bazlı ve et suyundan yapılan çorba olarak bilinen “Stracciatella”, **Orta Avrupa mutfağında** safran katılarak yapılan kek olarak “Gugelhupf” (Winterhalter ve Straubinger, 2000), **İran mutfağında** ulusal yemeği olarak kabul edilen “Chelow kebab”, koyun eti ile yapılan pilav “Chelow gosht”, balık ile yapılan pilav “Chelow mahi” (Karizaki, 2016) ve İran Pilavı olarak bilinen “Tahdig”, **Hint mutfağında** geleneksel yemek olarak bilinen “Büryani”, bir çeşit Kemalpaşa tatlısı olarak bilinen “Gulab jamun”, hamurun çubuk kraker veya dairesel şekillerde derin kızartılmasıyla hazırlanan ve sokak lezzetlerinden “Jilebi ve Jangri” (Balaswamy ve ark., 2012), yoğurt tatlısı olarak bilinen “Shrikhand” (Prajapati ve Nair, 2003) ve geleneksel Hint dondurması olarak bilinen “Kulfi”, Keşmir’de kahve yapraklarından yapılan geleneksel yeşil çay olarak bilinen “Kahwa” (Novita ve ark., 2018), **Fas mutfağında** çay, köfte ve geleneksel Kurban Bayramı yemeği olarak bilinen tatlı-tuzlu bir et yemeği

olan “Mrouzia” ve çeşitli yemekleri tatlandırmak için kullanılan bir sos olan “Chermoula” gibi çeşitli geleneksel yemeklerin hazırlanmasında da baharat olarak kullanılmaktadır (Mzabri ve ark., 2019).

Birleşik Krallık'ta, Devon ve Cornwall bölgesindeki fırıncılar tarafından geleneksel safran kekleri veya somunları yapmakta, tüketimin mevsimlik olduğu, özellikle Paskalya ve Noel zamanlarında arttığı söylenmektedir. ABD'de sosis kılıflarının, oleomargarin veya katı yağın renklendirilmesinde, onaylı sentetik boyalarla veya sofraya tuzu ve şeker gibi ürünlerle karıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca tentür (konsantre bitkisel kökenli sıvı), likör ve sosların formülasyonlarına tatlandırmak için katılmaktadır. Bunlara ek olarak Almanlara özel bir acı brendi olan Boonekamp'ta da kullanıldığı bilinmektedir (Sampathu ve ark., 1984).

Türkiye’de Kullanımı

Safran, kendine özgü kokusu ve aroması ile Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde oldukça fazla tüketilen bir baharat iken Cumhuriyet Dönemi mutfağında kullanımının azaldığı görülmektedir. Osmanlı Döneminde özellikle 14-15. yy’larda çorbalarda, kebablarda, pilavlarda, yahnilerde, balıklarda, tatlılarda ve şerbetlerde hem lezzetlendirici hem de renklendirici olarak kullanılan önemli ikinci baharat olarak bilinmektedir (Gürsoy, 2013; Samancı, 2016; Yerasimos, 2014). Ayrıca safran baharatına ikame olarak lezzet olarak benzemese de renk olarak benzerliği ile zerdeçal baharatının da kullanıldığı bilinmektedir (Ayyıldız ve Sarper, 2019). Günümüzde ise daha çok üretim yeri olan Safranbolu’da sınırlı olarak kullanıldığı, diğer ülkelere oranla yaygın olmadığı görülmektedir (Güler ve Olgaç, 2010). Eski dönemlerden beri, zerde, aşure, pilav, baklava, keşkek, çorba gibi yemeklerde kullanılırken, son birkaç yıldan beri Safranbolu ilçemizde üretilen lokum, çay, sabun, kolonya gibi bazı ürünlere de katılmaktadır (Coşkun ve ark., 2017). Bunların arasından özellikle safranlı lokum, keskin tadı ve canlı rengiyle çok tercih edilen ürünlerden biridir (Diker ve ark., 2017).

Sonuç

Safran çok geniş kullanım alanı ile tüm dünyada uzun yıllardır bilinen en değerli bitkilerden birisidir. Özellikle Akdeniz Havzası başta olmak üzere çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilmektedir. Üretim alanının geniş olmasına rağmen işçiliğinin zahmetli olması, toprak veriminin düşük olması, üreme materyali olarak kaliteli soğanın bulunmaması, kemirgen istilası ve hasat sonrası uygunsuz işleme, iklim değişikliğinin olumsuz etkisi, taşıma ve sosyo-ekonomik dönüşüm (kırsal kesimden nüfus kayması, hizmet sektörlerinde artış) gibi çeşitli faktörler nedeniyle yetiştiriciliği azalmaktadır. Geniş

kullanım alanı nedeniyle duyulan talep giderek artmakta ancak üretim miktarı bu talebi karşılayamamakta ve dünyadaki en pahalı baharat olarak bilinmektedir. Altınla rekabet ettiği için dünya pazarlarında önemini korumakta ve ürünün korunması adına Avrupa pazarlarında raflarda satılmamaktadır.

Ülkemizde ise önemli ihraç ürünü olarak ekonomiye destek veren safran üretimi giderek azalmış ve yok denecek duruma gelmiş, diğer ülkelerden safran ithal edilmeye başlanmıştır. Günümüzde de yalnızca adını safran bitkisinden alan Safranbolu'da birkaç köyde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Anadolu'da birçok bölgede safran tarımı yapılmasına rağmen Safranbolu, Osmanlı Döneminden beri safran yetiştiriciliğinin önemli bir merkezi olmuş ve konumunu da korumuştur. Bu durum, belirli dönemlerde dünyanın hemen her ülkesinden gelen turistlerin bölgeyi ziyaret ederek yöresel ürünler ve safran baharatı satın almasından dolayı safran yetiştiriciliğinin turizme olan katkısı ile ilişkilendirilmektedir.

Ülkemizde önemini kaybetmiş olsa da dünyada önemli bir yere sahip olan ve ülkemize de sağlık, ticaret ve turizm gibi alanlarda kazanç sağlayabileceği düşünülen bu değerli bitkinin tekrar ilgi görmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca ülkemizin ekonomik açıdan dünyadaki rekabet gücünün oluşmasında önemli bir etkisi olacağı için ülke ekonomisine yeniden kazandırılması gerekmektedir. Bu amaçla sürdürülebilir safran üretimini, verimini ve kalitesini artırmak adına araştırmacılar ve üreticiler tarafından çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca son yıllarda Anadolu'nun kültürel mirası olarak değerlendirilmesi ile çeşitli etkinliklerle de desteklenmeye başlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmaların ve desteklerin artırılması, ürün tanıtımlarına önem verilerek tanınırlığının yerelden çıkararak ulusal ve uluslararası düzeylere taşınması ve alternatif üretim alanları oluşturma gibi çözümler bulunmalıdır.

Etik Standart 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

Acar, Y.S., İşkil, R., Bürün, B. (2017). Safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinde biyoteknolojik çalışmalar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 259-268.

Akhtar, H.M., Khan, S., Ashraf, I.S., Mohammad, N., Bashir, K. (2014). Moisturizing effect of stable cream containing *Crocus sativus* extracts. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27(6), 1881-1884.

Arslan, N. (1986). Kaybolmaya yüz tutan bir kültür safran tarımı. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 180, 21-24.

Arslan, R. (2019). Cumhuriyet Dönemi'nde Safranbolu'da safran yetiştiriciliği (1923-1990). Uluslararası Geçmişten Günümüze Karabük ve Çevresinde Dini, İlmî ve Kültürel Hayat Sempozyumu Bildirileri, 11-12 Ekim 2019, Karabük, ss. 589-597.

Ayyıldız, S., Sarper, F. (2019). Antioksidan baharatların Osmanlı Saray mutfağındaki yeri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 363-380.
<https://doi.org/10.14230/joiss665>

Azarabadi, N., Özdemir F. (2018). Determination of crocin content and volatile components in different qualities of Iranian Saffron. *The Journal of Food*, 43(3), 476-489.
<https://doi.org/10.15237/gida.GD18018>

Bagur, M.J., Salinas, G.L.A., Jiménez-Monreal, A.M., Chaouqi, S., Llorens, S., Martínez-Tomé, M., Alonso, G.L. (2018). Saffron: An old medicinal plant and a potential novel functional food. *Molecules*, 23(1), 30-47.
<https://doi.org/10.3390/molecules23010030>

Bakhtavari, A.S. (2010). Farklı soğan (*Korn*) boylarının ve bitki sıklığının safran (*Crocus sativus* L.)'nın verim ve diğer bazı özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 91s.

Bakhtiarova, G. (2020). Food education: manuel vázquez montalbán and the invention of contemporary Spanish Cuisine. *IL CAPITALE CULTURALE. Studies on the Value of Cultural Heritage*, 10, 73-83.

Balaswamy, K., Prabhakara, P.G., Prabhavathy, M.B., Satyanarayana, A. (2012). Application of annatto (*Bixa orellana* L.) dye formulations in Indian traditional sweetmeats: Jilebi and Jangri. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(1), 103-108.

Bathaie, S.Z., Mousavi, S.Z. (2010). New applications and mechanisms of action of saffron and its important ingredients. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(8), 761-786.

<https://doi.org/10.1080/10408390902773003>

Bhargava, V.K. (2011). Medicinal uses and pharmacological properties of *Crocus sativus* Linn (saffron). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 22-26.

Boskabady, M. H., Aslani, M. R. (2006). Relaxant effect of *Crocus sativus* (Saffron) on guinea-pig tracheal chains and its possible mechanisms. *Journal Pharmacy Pharmacology*, 58(10), 1385-1390.

<https://doi.org/10.1211/jpp.58.10.0012>

Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., Candido, V. (2020). Saffron (*Crocus sativus* L.), the king of spices: An overview. *Scientia Horticulturae*, 272, 109560.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109560>

Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., Candido, V. (2019). Evaluation of corm origin and climatic conditions on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13), 5858-5869.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.9860>

Ceylan, Ö. (2005). Taşranın Altın Çiçeği Safran. Osmanlı Tarihi Araştırmaları XXVI, Prof. Dr. Mehmet Çavuşoğlu'na Armağan II, İstanbul. s. 2-11. ISBN: 3990000056398

Christodoulou, E., Kadoglou, N. P., Kostomitsopoulos, N., Valsami, G. (2015). Saffron: a natural product with potential pharmaceutical applications. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(12), 1634-1649.

<https://doi.org/10.1111/jphp.12456>

Chryssanthi, D.G., Dedes, P.G., Karamanos, N.K., Cordopatis, P., Lamari, F.N. (2011). Crocetin inhibits invasiveness of MDA-MB-231 breast cancer cells via downregulation of matrix metalloproteinases. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 77(2), 146-151.

<https://doi.org/10.1055/s-0030-1250178>

Coşkun, M., Gök, M., Coşkun, S. (2017). Climate characteristics of Safranbolu (Karabük) and saffron cultivation. *International Journal of Geography and Geology*, 6(3), 58- 69.

<https://doi.org/10.18488/journal.10/2017.6.3/10.3.58.69>

Çavuşoğlu, A. (2005). Kocaeli koşullarında safran yetiştiriciliğinde yetiştirme yeri ve korm çapının verim ve erkencilik üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 179-184.

Çınar, A.S., Önder, A. (2019). Anadolu'nun Kültürel Mirası: *Crocus sativus* L. (Safran). *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 44(1), 79-88.

Çoban, A. (2010). Yalancı Safran (*Carthamus Tinctorius L.*) bitkisinden doğal pigment eldesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 90s.

Diker, O., Türker, N., Çetinkaya, A., Kaya, F. B. (2017). Geleneksel Türk tatlısı olarak lokum ve Safranbolu lokumu. *Journal of Tourism And Gastronomy Studies*, 5(2), 333-344.

<https://doi.org/10.21325/jotags.2017.135>

Ebrahimzadeharvanaghi, S. (2018). Farklı coğrafi bölgelerde yetiştirilen safranın kimyasal bileşiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 80s.

Ganaie, D.B., Singh, Y. (2019). Saffron in Jammu & Kashmir. *International Journal of Research in Geography*, 5(2), 1-12.

<https://doi.org/10.20431/2454-8685.0502001>

Giaccio, M. (2004). Crocetin from saffron: an active component of an ancient spice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(3), 155-172.

<https://doi.org/10.1080/10408690490441433>

Giupponi, L., Ceciliani, G., Leoni, V., Panseri, S., Pavlovic, R., Lingua, G., Filippo, A.D., Giorgi, A. (2019). Quality traits of saffron produced in Italy: geographical area effect and good practices. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92, 336-342.

Gohari, A. R., Saeidnia, S., Mahmoodabadi, M.K. (2013). An overview on saffron, phytochemicals, and medicinal properties. *Pharmacognosy Reviews*, 7(13), 61-66.

<https://doi.org/10.4103/0973-7847.112850>

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., Ruberto, G., (2008). Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1), 95-112.

<https://doi.org/10.1051/agro:2007030>

Güler, S., Olgaç, S. (2010). Lisans düzeyinde eğitim gören öğrencilerin Türk mutfağının tanıtım ve pazarlanmasına ilişkin görüşleri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 28, 227-238.

Gümüştuyu, İ. (2002). Dünyanın en pahalı baharatı Safran (*Crocus Sativus L.*). Ankara: Kültür Bakanlığı, 48s.

Gürsoy, D. (2013). *Tarihin Süzgecinde Mutfak Kültürümüz*. İstanbul: Oğlak yayınları, 184s. ISBN: 9789753298186

Hagh Nazari, S., Keifi, N. (2007). Saffron and various fraud manners in its production and trades. *Acta Horticulturae*, 739, 411-416.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.739.54>

Hosseini, M., Hemati, K., Karbasi, A.R. (2010). Study of socio-economic effects of ten years research on saffron (*Crocus Sativus L.*). *Acta Horticulture*, 850, 287-292.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.850.49>

İpek, A., Arslan, N., Sarihan, E. (2009). Farklı dikim derinliklerinin ve soğan boylarının safranın (*Crocus Sativus L.*), verim ve verim kriterlerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1), 38-46
https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001070

Jadoon, S., Karim, S., Bin Asad, M. H., Akram, M. R., Khan, A. K., Malik, A., Chen, C., Murtaza, G. (2015). Anti-aging potential of phytoextract loaded-pharmaceutical creams for human skin cell longevity, oxidative medicine and cellular longevity. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
<https://doi.org/10.1155/2015/709628>

Kamalipour, M., Akhondzadeh, S. (2011). Cardiovascular effects of saffron: An evidence-based review. *Journal of Tehran University Heart Center*, 6(2), 59-61.

Kanakis, C.D., Daferera, D.J., Tarantilis, P.A., Polissiou, M.G. (2004). Qualitative determination of volatile compounds and quantitative evaluation of safranal and 4-hydroxy-2,6,6-trimethyl-cyclohexene-1-carboxaldehyde (HTCC) in Greek Saffron. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(14), 4515-4521.
<https://doi.org/10.1021/jf049808j>

Kanakis, C.D., Tranatilis, P.A., Tajmir-Riahi, H.A., Polissiou, M.G. (2007). Antioxidant saffron constituents bind DNA and tRNA. *DNA and Cell Biology*, 26(1), 63-70.
<https://doi.org/10.1089/dna.2006.0529>

Karizaki, V.M. (2016). Etnik ve geleneksel İran pirinç bazı yiyecekler. *Etnik Gıdalar Dergisi*, 3(2), 124-134.

Koocheki, A., Moghaddam, P. R., Seyyedi, S.M. (2019). Depending on mother corm size, the removal of extra lateral buds regulates sprouting mechanism and improves phosphorus acquisition efficiency in saffron (*Crocus sativus L.*). *Industrial Crops and Products*, 141, 111779.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111779>

Kyriakoudi, A., Ordoudi, S., Roldán-Medina, M., Tsimidou, M. (2015). Saffron, a functional spice. *Austin Journal of Nutrition Food Science*, 3(1), 1059-1064.

Leone, S., Recinella, L., Chiavaroli, A., Orlando, G., Ferrante, C., Leporini, L., Brunetti, L., Menghini, L. (2018). Phytotherapeutic use of the *Crocus sativus L.* (Saffron) and its potential applications: a brief overview. *Phytotherapy Research*, 32(12), 2364-2375.
<https://doi.org/10.1002/ptr.6181>

Makhlouf, H., Saksouk, M., Habib, J. And Chahine, R. (2011). Determination of antioxidant activity of saffron taken from the flower of *Crocus sativus* grown in Lebanon. *The African Journal of Biotechnology*, 10(41), 8093-8100.
<https://doi.org/10.5897/AJB11.406>

Melnyk, J. P., Wang, S., Marcone, M. F. (2010). Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron. *Food research international*, 43(8), 1981-1989.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.033>

Moghaddasi, M. S. (2010). Saffron chemicals and medicine usage. *Journal of medicinal plants research*, 4(6), 427-430.

Molina, R.V., Valero, M., Navaro, Y., Guardiola, J.L., Garcí A-Luis, (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus L.*). *Scientia Horticulturae*, 103, 361-379.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.005>

Mousavi, S., Bathaie, Z. (2011). Historical uses of saffron: identifying potential new avenues for modern research. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 1(2), 57-66.

Mzabri, I., Addi, M., Berrichi, A. (2019). Traditional and modern uses of saffron (*Crocus Sativus*). *Cosmetics*, 6(4), 63-74.
<https://doi.org/10.3390/cosmetics6040063>

Novita, R., Kasim, A., Anggraini, T., Putra, D.P. (2018). Kahwa Daun; traditional knowledge of a coffee leaf herbal tea from West Sumatera. *Indonesia Journal of Ethnic Foods*, 5(4), 286-291.

Özel, A., Erden, K. (2005). Harran ovası koşullarında yerli ve İran safranı (*Crocus sativus L.*)'nın verim ve bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. IV. Gap Tarım Kongresi, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.

Özkul-Açıkgöz, A. (2010). Safran bitkisinin yetiştirilmesi, kalitesi ve ticari önemi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 132s.

Pitsikas, N. (2015). The effect of *Crocus sativus L.* and its constituents on memory: basic studies and clinical applications. *Evidence-Based Complement Alternative Medicine*, 2015, 926284.

<https://doi.org/10.1155/2015/926284>

Pitsikas, N. (2016). Constituents of saffron (*Crocus sativus L.*) as potential candidates for the treatment of anxiety disorders and schizophrenia. *Molecules*, 21(3), 303-314.

<https://doi.org/10.3390/molecules21030303>

Prajapati, J.B., Nair, B.M. (2003). History of fermented foods. In E. R. Farnworth (Ed.), *Handbook of Fermented Functional Foods* (p. 2-22). New York: CRC Press. ISBN: 9781420053265

Rezaeieh, K.A.P., Vaziri, P. (2012). Safran (*Crocus sativus L.*)'ın farklı eksplantlarından in vitro koşullarda bitki çoğaltımı hakkında derleme ve beklentiler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2), 29-31.

Samancı, Ö. (2016). Halk Mutfağı. İçinde Bilgin, A., Öncel, S. (Eds.), *Osmanlı Mutfağı* (s. 1-193). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Sampathu, S.R., Shivaskar, S., Lewis, Y.S., Wood, A.B. (1984). Saffron (*Crocus sativus L.*) cultivation, processing, chemistry and standardization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 20(2), 123-157.

<https://doi.org/10.1080/10408398409527386>

Small, E. (2016). 52. Saffron (*Crocus sativus*)-the eco-friendly spice. *Biodiversity*, 17(4), 162-170.

<https://doi.org/10.1080/14888386.2016.1246383>

Şaltu, Z. (2002). Safran'ın (*Crocus Sativus L.*) biyolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 76s.

Ünaldı, E. (2007). Tehdit ve tehlike altında bir kültür bitkisi: Safran (*Crocus Sativus L.*). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 53-67.

Winterhalter, P., Straubinger, M., (2000). Saffron: Renewed interest in an ancient spice. *Food Reviews International*, 16(1), 39-59.

<https://doi.org/10.1081/FRI-100100281>

Yasmin, S., Nehvi, F.A. (2013). Saffron as a valuable spice: A comprehensive review. *African Journal of Agricultural Research*, 8(3), 234-242.

Yerasimos, M. (2014). *500 Yıllık Osmanlı Mutfağı*. İstanbul: Boyut yayıncılık, 307s. ISBN: 9789752301115

Zhang, Z., Wang, C.Z., Wen, X.D., Shoyama, Y., Yuan, C.S. (2013). Role of saffron and its constituents on cancer chemoprevention. *Pharmaceutical Biology*, 51(7), 920-924.

<https://doi.org/10.3109/13880209.2013.771190>

Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları

İlkay GÖK

Cite this article as:

Gök, İ. (2021). Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları. *Food and Health*, 7(4), 311-328. <https://doi.org/10.3153/FH21032>

İstanbul Okan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi Bölümü, Tuzla, İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

I.G. 0000-0002-4871-8981

Submitted: 16.12.2020

Revision requested: 08.04.2021

Last revision received: 12.04.2021

Accepted: 13.04.2021

Published online: 30.09.2021

Correspondence: İlkay GÖK

E-mail: ilkay.gok@okan.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

ÖZ

Dünyada en popüler içeceklerden biri olan kahve, sağlığa kanıtli faydalarından dolayı fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebilir. Kahve içeceğinin fonksiyonel özelliği, yapısında bulunan kafein, klorojenik asit ve malliard reaksiyonun ürünü melanoidinler gibi biyoaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Kavrulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdeğinden, kahve çözünenlerinin ekstraksiyonu kompleks bir işlemdir ve demleme/pişirme yöntemleri, kahve içeceğindeki ana bileşenlerin ekstraksiyonunda ve miktarlarında önemli rol oynar. Bu derlemede kavurma seviyesi ve demleme/pişirme tekniklerinin kahve içeceğinin ana bileşenlerine, fizikokimyasal niteliklerine ve sağlığa etkileri aktarılmıştır. Kafein, klorojenik asitler, diterpenler kahveol ve kafestol ve melanoidinlerin vücuttaki görevleri, sağlığa faydaları kahve tüketimiyle ilgili çalışma sonuçları incelenerek derlenmiştir. İncelenen araştırma sonuçlarına göre günlük 2-3 fincan kahve içeceği tüketiminin güvenli olduğu, kahve içeceğinin metabolik ve mental sağlığı destekleyici, keyif verici ve uyanıklık artırıcı, yüksek tansiyon ve depresyonla savaşmaya yardımcı, tip2 diyabet, Alzaymır ve Parkinson hasatlıkları gibi bazı kronik hastalıkları, karaciğer kanseri gibi bazı kanser türlerini ve kardiyovasküler hastalıklar gibi dejenaratif hastalıkları önleyebileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda olumsuz etkileri açıklanmış, hamile kadınlar için zararlı olabileceği ve kahve tüketiminin 300 mg/g kafein miktarıyla sınırlandırılması gerektiği aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kahve, Demleme/pişirme, Kahve kavurma, Biyoaktif bileşenler, Fonksiyonel gıda

ABSTRACT

Effect of roasting, brewing/cooking techniques on the bioactive compounds of coffee: Benefits on human health as a functional food

Coffee beverage is one of the most popular beverages worldwide and because of its proved health benefits, it may be regarded as functional food. The potential functional properties of coffee beverage have been associated with its bioactive compounds including caffeine, chlorogenic acids, and melanoidins which are Maillard reaction products. The extraction of coffee soluble from the roasted and ground coffee seed is a complex operation and brewing/cooking method plays an important role on the extraction and amount of the key compounds in the coffee beverage. This review provides how the roasting level and brewing techniques affect the key compounds, physicochemical attributes, and health of coffee beverage. The role of compounds caffeine, chlorogenic acids, melanoidins and the diterpenes cafestol and kahweol in the body are reviewed along with their impact on health by examining the results of the studies involving the coffee consumption. According to the reviewed studies daily intake of 2 to 3 cups of coffee beverage is safe and may support metabolic health, mental health, enhance mood, increase alertness, be effective against hypertension, help us to fight depression, prevent several chronic disease risks including type 2 diabetes, Alzheimer's and Parkinson's diseases and degenerative diseases, such as cancer like liver cancer, cardiovascular disorders. However, some data implies the negative effects on health that it may be cautious for pregnant women and need to limit coffee consumption no more than 300 mg/d of caffeine.

Keywords: Coffee, Brewing technique, Coffee roasting, Bioactive compounds, Functional food

Giriş

Kahve dünyada en çok tüketilen içeceklerden biridir (Farah & dos Santos, 2015). Türkiye’de kahve tüketimi ülkelerle kıyaslandığında, Uluslararası Kahve Organizasyonu (ICO) 2019 verilerine göre Avrupa Birliği, Amerika, Japonya, Rusya, Kanada, Cezayir, Güney Kore, Avustralya ve Suudi Arabistan’dan sonra yedinci sıradadır (ICO, 2020). 100 farklı türe sahip olduğu belirtilen kahve ağacının *Coffea arabica* (Arabika) ve *Coffea canephora* (Robusta) adlı iki türünün meyvesi kullanılır. Kahve türlerinin genetik orijinini ve yetiştirilme koşullarını bilmek bu iki tür arasındaki kimyasal ve lezzet profili arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri anlamak açısından önem taşımaktadır (Ferreira ve diğ., 2019). Etiyopya orjinli Arabika kahvesi, dünya kahve ticaretinde yaklaşık %70’lik payla ilk sıradadır ve Robusta’yla kıyaslandığında, Arabika’dan çok üstün kaliteli kahve içeceği elde edilir ve çok daha fazla tüketilir (Farah ve dos Santos, 2015; Ferreira ve diğ., 2019). Yetiştirilmesi daha kolay ve ucuz olan Robusta kahve, çözünebilir madde ekstraksiyonu yüksek olduğu için genellikle instant kahve üretiminde tercih edilir (Moeenfard ve Alves, 2020).

Euromonitor verilerine göre dünyada kahve 2017 de 84,3 milyar dolar, 2018 de 86,95 milyar dolar ve 2019 da 87,5 milyar dolarlık ticaret hacmiyle artan bir tüketim potansiyeline sahiptir. Dünya da kahve tüketimi 2018 de 7.54 milyon ton iken 2019 da 7.70 milyon tona yükselmiştir. Türkiye’de ise 2017 de 157 bin ton, 49,54 milyar TL, 2018 de 186 bin ton, 51,56 milyar TL, 2019 da 206 bin ton, 52,45 milyar TL lik tüketim ve ticaret hacmine sahiptir. Euromonitor verilerine göre, gün geçtikçe dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de kahve tüketim miktarı artan bir eğilim göstermektedir (Euromonitor, 2019). Bu nedenle kahvenin sadece içecek olarak değil sağlık açısından faydaları da gittikçe önem kazanmaktadır. Faydaları tespit edildikçe diyet listelerinde ve sağlıklı beslenme önerileri arasında kahve yerini almaya başlamıştır (Cornelis, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019). Bazı araştırmalar kahvenin fonksiyonel bir içecek potansiyeline sahip olabileceğini belirtmektedir (Samoggia ve Riedel, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019).

Kahve 1000’den fazla kimyasal bileşeniyle kompleks bir yapıdır (O’Keefe, ve diğ., 2013). Kahve çekirdeğinin türü, hasat öncesi ve sonrası uygulanan yöntemler, kavurma işlemi, öğütme boyutu, demleme/kaynatma yöntemi, kullanılan su miktarı ve sıcaklığı gibi faktörler kahve içeceğinin kimyasal kompozisyonunu etkilediği açıklanmıştır (Cornelis, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019; Pereira ve diğ., 2020). Benzer şekilde kahve içeceğinin aroma ve lezzetini etkileyen uçucu bi-

leşenlerin miktarındaki değişimin de demleme yöntemlerine ait farklı ekstraksiyon tekniklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Cordoba ve diğ., 2020).

Bu derlemede, kavurma ve demleme yöntemlerinin kahve içeceğindeki beş ana bileşen üzerine etkileri ve sağlığa olan faydaları, bu zamana kadar yapılmış pek çok bilimsel araştırmaların sonuçları irdelenerek açıklanmıştır. Öncelikle kahve çekirdeğinin kimyasal yapısı özetlendikten sonra kahve çekirdeğine uygulanan kavurma yöntemiyle çekirdekte meydana gelen değişim, ardından da kahve içeceği hazırlanırken kullanılan demleme/pişirme yöntemlerinin etkileri vurgulanmıştır. Kahve içeceğinin sağlık açısından faydalarını belirleyen beş ana bileşen olan klorojenik asit, kafein, kafestol ve kahveol ve melanodinlerin uygulanan yöntemler sonucunda değişen miktarlarının nedenleri belirtilmiştir.

Kahve Çekirdeğinin Kimyasal İçeriği

Kahve çekirdeği yeşil renktedir ve kavrulduktan sonra kahverengi olur. Yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin kompleks kimyasal içeriği pek çok bilimsel çalışmada araştırılmış ve aralarındaki farklar belirlenmiştir. Yeşil kahve çekirdeğinin kuru ağırlık üzerinden yaklaşık %60 ı karbonhidrattır. Karbonhidratların yapısında çözünebilir ve çözünemeyen polisakkaritler (selüloz, arabinogalakton ve galaktomanan) bulunur. Robusta türünde Arabika’ya göre oligosakkaritler (stakioz ve rafinoz), disakkaritler ve monosakkaritler (glukoz, galaktoz, arabinoz, fruktoz, mannoz, mannitol, ksiloz ve riboz) biraz daha yüksektir (Ludwing ve diğ., 2014).

Yeşil ve kavrulmuş çekirdeklerde bulunan aktif biyolojik maddeler: klorojenik asit ve laktonların (sınıf başına en az üç izomeriyle kafeoilkinik asit, feruloilkinik asit, dikafeoilkinik asit) temelini oluşturan fenolik asitler, metilksantinler (kafein, teofillin ve teobromin), diterpenler (kafestol ve kahveol), nikotinik asit (vitamin B₃) ve ön maddesi trigonelin ve önemli miktarda antioksidanlar bulunur (Jeszka-Skowron ve diğ., 2020). Arabikanın yağ oranı Robustadan daha yüksektir. Kahve yağ içeriğinin yaklaşık %75’ini trigliserid oluştururken diğer kısmını seteroller (stigmasterol, sitosterol), yağ asitleri (linoleik, linoleik, palmitik, steirik, arşidik, lignoserik ve behenik) ve pentakiklik diterpenler (kafestol ve kahveol) oluşturur (Ludwing ve diğ., 2014; Moeenfard ve Alves, 2020). Potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, manganez, sülfat, çinko, bakır, stronsiyum, baryum, nikel, kobalt, kurşun, kadmiyum, brom, selyum, lantan, rubidyum, skandiyum ve fosfor mineralleri bulunur (Zain ve diğ., 2017). Robustanın kafein oranı Arabika’dan iki kat daha yüksektir (Zain ve diğ., 2017; Farah, 2012) ve Robusta çok daha yüksek oranda polifenoller içerir (Tablo 1) (Vitaglione ve diğ., 2012; Godos, ve diğ., 2014).

Kavurma İşleminin Kahve Çekirdeği ve Kahve İçeceğinin Kimyasal Yapısına Etkileri

Kavurma işlemi kahve için en önemli basamaklardan biridir ve yeşil renkli kahve çekirdeği kahverengi renge dönüşürken, yapısında çok çeşitli kimyasal reaksiyonlar meydana gelerek istenen lezzet ve aroma gelişir. Genel olarak uygulanan kavurma sıcaklığı 150-250 °C arasındadır. Kahve kavurma sıcaklığında belirli bir sıcaklık ve süre sabit olarak verilmez (Aliah ve diğ., 2015; Yeretian ve diğ., 2002; Ku Madihah ve diğ., 2012). Bu nedenle kavurma sıcaklık ve süresini belirlemek için farklı yöntemler kullanılır. Bunlardan biri Agtron/SCA (Specialty Coffee Association) renk skalasıdır (Elmacı ve Gok, 2021). Elmacı ve Gok (2021) çalışmasında açık, orta ve koyu kavurulmuş kahve çekirdeği elde etmek için sırasıyla 95, 55 ve 35 Agtron numaralarını kullanmışlardır.

Kavurma süresi uygulanan sıcaklık derecesine göre 2-25 dakika arasında değişir, yüksek sıcaklıkta daha düşük sürede kavurma yapılır. Tipik bir kavurma işlemi 10-15 dakika içinde biter. Kavurma işleminin en son aşaması egzotermiktir, karbondioksit (CO₂) ve farklı uçucu gazlar oluşur. Oluşan gazlar kahve çekirdeğinin iç basıncını 5-7 atmosfere yükseltirken, iç sıcaklık ise 180°C üstüne çıkar ve kahve çekirdeği bir basınç kabı görevini alır (Ludwing ve diğ., 2014; George ve diğ., 2008; Yeretian ve diğ., 2002). Pirolitik reaksiyonlar sonucu oluşan gazın büyük kısmını CO₂ (5-12 L/kg) oluşturur ve kahve çekirdeğinin içindeki boşluklara dolarak iç basıncı yükseltir ve sonuç olarak çekirdek %50-100 şişerek büyür ve bu safhada kahve çekirdeklerinin mısır gibi patladığı duyulur. Kavurma devam ettikçe çekirdekte ikinci patlama olur. Kahve çekirdeğindeki kimyasal reaksiyonların ardından, pH, lezzet ve aromasında meydana gelen değişimle, çekirdek koyu kahverengi ve daha gövdeli (baskın tat) olur (Yeretian ve diğ., 2002; Aliah ve diğ., 2015).

Tablo1. Yeşil ve orta kavrum Arabika ve Robusta kahve çekirdeklerinin kimyasal kompozisyonu* (Farah, 2012)

Table 1. Chemical composition of green and medium roasted Arabica and Robusta coffee seeds (Farah, 2012)

Bileşenler	Yeşil Kahve Çekirdeği		Orta Kavurulmuş Kahve Çekirdeği	
	Arabika Kahve (g/100g)	Robusta Kahve (g/100g)	Arabika Kahve (g/100g)	Robusta Kahve (g/100g)
Karbonhidrat				
Sakkaroz	6.0-9.0	0.9-4.0	4.2	1.6
İndirgen Şeker	0.1	0.4	0.3	0.3
Polisakkaritler	34-44	48-55	31-33	37
Lignin	3.0	3.0	2.0	2.0
Pektin	2.0	2.0	2.0	2.0
Nitrojenli Bileşenler				
Protein/peptidler	10.0-11.0	11.0-15.00	7.5-10	7.5-10
Serbest amino asitler	0.5	0.8-1.0		
Kafein	0.9-1.3	1.5-2.5	1.1-1.3	2.4-2.5
Trigonelin	0.6-2.0	0.6-0.7	1.2-0.2	0.7-0.3
Lipidler				
Kahve yağı	15-17.0	7.0-10.0	17.0	11.0
Diterpenler	0.5-1.2	0.2-0.8	0.9	0.2
Asitler ve esterler				
Klorojenik asitler	4.1-7.9	6.1-11.3	1.9-2.5	3.3-3.8
Alifatik asitler	1.0	1.0	1.6	1.6
Kinik asit	0.4	0.4	0.8	1.0
Melanoidinler	-	-	25	25

*Kuru Madde

Yeşil kahve çekirdeğindeki bileşenler Maillard reaksiyonu, karbonhidrat karamelizasyonu ve organik bileşiklerin pirolizi ile farklı bileşenlere dönüşür. Kavrurma esnasında meydana gelen kahve bileşenlerindeki değişimler ve kimyasal reaksiyonlar kahve içeceğinin lezzetine, kimyasal dengesine ve insan sağlığına etki eder (Ludwing ve diğ., 2014; George ve diğ., 2008; Smrke ve diğ., 2013; Vignoli ve diğ., 2014). Uzun kavrurma süresi ve koyu kavrulmuş (230 °C ve 20 dk. üstü) kahve çekirdeğiyle hazırlanan kahve içeceğinin antioksidan kapasitesinin düştüğü bulunmuştur (Opitz ve diğ., 2017; Esquivel ve Jiménez, 2012).

Bir araştırmada, açık (105 Agtron, 180°C), orta (85 Agtron, 205°C) ve koyu (50 Agtron 210°C) kavrurma sıcaklığının, iki farklı demleme yöntemiyle, Türk kahvesi ve filtre kahve, hazırlanan kahve içeceğindeki toplam antioksidan kapasitesine etkisi araştırılmıştır. Toplam antioksidan kapasitesi gallik asit ve kuersetin cinsinden elektrokimyasal yöntemlerle belirlenen çalışmada, en yüksek toplam antioksidan değerinin düşük derecede kavrulmuş kahve çekirdeğinde olduğu, filtre kahvenin antioksidan kapasitesinin Türk kahvesinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Yıldırım ve diğ., 2020).

Yaklaşık 800 uçucu bileşen gelişerek kavrulmuş kahvenin kokusunu sağlar. Kavrurma esnasında karbonhidrat, protein, klorojenik asit, aminoasit ve lipit miktarında düşme meydana gelir. Yeşil kahvede çekirdeğinin temel oligosakkariti sakkaroz, indirgen şekerler glukoz ve früktoza parçalanarak, serbest amino asitler ve proteinlerin serbest amino gruplarıyla reaksiyona girer ve Maillard reaksiyonu gerçekleşir. Maillard reaksiyonuyla aminoketonlar ve/veya aminoaldozlar oluşur. Amadori ve Heyns reaksiyonlarıyla oluşan ürünlerle ileri reaksiyonlara devam eder ve sonuç olarak çok çeşitli aromatik uçucular ve renk verici maddeler oluşur. Kafein miktarında önemli bir değişiklik olmaz (Yeretzian ve diğ., 2002; Farah ve Donangelo, 2006; Ku Madihah ve diğ., 2012). Kavrurma esnasında, kahve çekirdeği klorojenik asit miktarının %95 ini kaybedebilir. Bu azalma, klorojenik asitin farklı yeni bileşenlere dönüşümüyle örneğin klorojenik asit laktonları oluşumuyla açıklanabilir. Ayrıca kavrurma esnasında melanoidinler oluşur ve kahve içeceğinin antioksidan özelliğini artırır. Kahve içeceğinde ağırlıkça galaktomananlar ve tip II arabino galaktonlar, gibi sindirilemeyen polisakkaritler bulunur (Moreira ve diğ., 2012; Yeretzian ve diğ., 2002; Bicho ve diğ., 2011).

Kahve Öğütme İşlemi ve Kahve Partikül Boyutunun Kahve İçeceğinin Kimyasal Bileşenine Etkileri

Kahve öğütme işlemi sırasında kavrulmuş kahve çekirdeği küçük parçalara indirgenir. Öğütme işlemi sırasında farklı partikül boyutu ve şekilleri meydana gelir. Kahve parçacık boyutunun küçülmesiyle, yüzey alanı artarak suyla temas ve

ekstraksiyon oranının arttırır ve parçacıkların daha fazla suyu alarak hızla şişmesini sağlar (Hargarten, Kuhn, & Briesen, 2020; Cordoba, Fernandez-Alduenda, Moreno, & Ruiz, 2020). Farklı demleme yöntemleri için kullanılan kahve partikül boyutunun su/kahve oranı, ekstraksiyon süresi ve uygulanan basınçla kıyaslandığı bilimsel araştırmalarda, partikül boyutunun kahve içeceğindeki çözünen madde miktarı ve uçucu bileşenlerine etkisi ile ilgili sonuçlarda farklılıklar vardır ama genel olarak pek çok araştırmada partikül boyutunun kahve içeceğinin kimyasal yapısına önemli bir etkisi bulunmamıştır. Kahve partiküllerinin suyla temas süresinin kahve ekstraksiyonunu için çok daha önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre demlemenin ilk birkaç saniyesinde (espresso da 8 sn, filtre kahvede 75 sn), basit karbonhidratlar, organik asitler ve kafein %90 oranında, düşük çözünürlükteki bileşenlerse daha uzun sürede kahve içeceğine geçmektedir (Gloess ve diğ., 2013; Cordoba ve diğ., 2020). Derossi ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada öğütme derecesinin kahve kalitesine etkisi tespit edilmiş, bununla beraber demleme tekniklerinin kahve içeceğinin tüm niteliklerini anlamlı şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır (Derossi ve diğ., 2018).

Kahve Demleme/Pişirme Yöntemlerinin Kahve İçeceğinin Kimyasal Bileşenine Etkileri

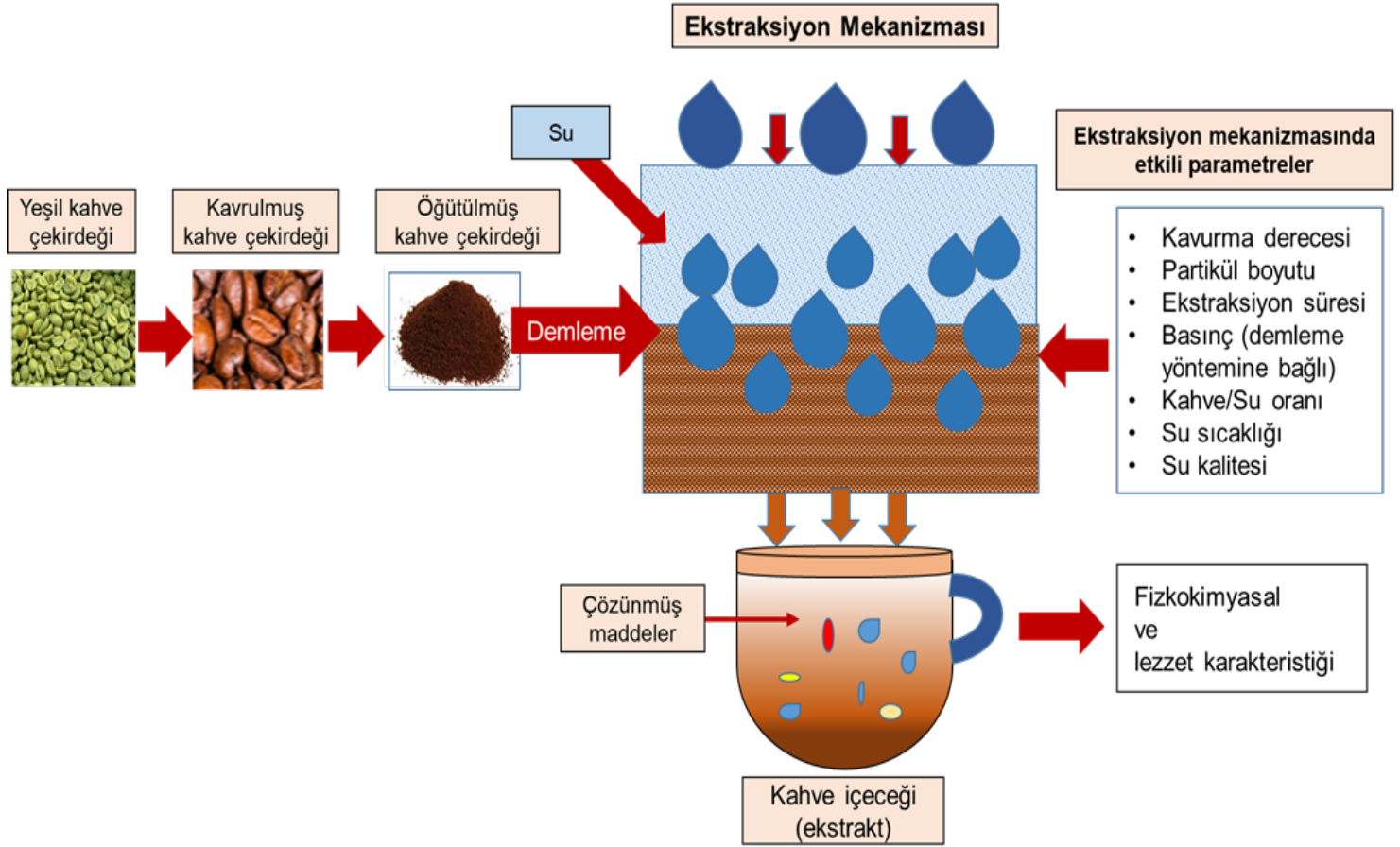
Kahve içeceği, kavrulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdeğinin suyla demlenmesiyle/pişirilmesiyle hazırlanır. Kahve içeceği hazırlama katı-sıvı ekstraksiyon yöntemidir ve kavrulmuş kahvenin yapısında bulunan farklı kimyasal bileşenlerinin ekstraksiyonu için çeşitli yöntemler kullanılır. Uygulanan yöntemlerin ekstraksiyon kinetiğine anlamlı etkisi vardır. Kahve içeceği birkaç dakika içinde hazırlansa da uygulanan demleme yöntem ve süreci, demlenmiş kahvenin son kalitesine doğrudan etki eder (Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016).

Kahve çekirdeği hasadı, yeşil çekirdeğe uygulanan yöntemler ve sonrasında kahve kavrurma sıcaklık dereceleri, çekirdeğin kalitesini belirleyen önemli parametrelerdir. Kavrulmuş kahve çekirdeğinin öğütülmesi ve ardından uygulanan kahve demleme yöntemleri, kahve içeceğinin kalitesini belirler. Kahve içeceğinin fiziko kimyasal ve lezzet karakteristiğini etkileyen değişkenler; ekstraksiyon süresi, basınç, kahve çekirdeğinin öğütülme boyutu, kullanılan suyun kalitesi, sıcaklığı ve miktarı olarak belirtilir (Şekil 1). Pek çok işlem değişkeni kahve ekstraksiyonunu etkiler (Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016; Petracco, 2001).

Öncelikle uygulanan kavrurma işlemiyle yeşil kahve çekirdeğindeki lezzeti etkileyen bileşenler, uçucu ve uçucu olmayan bileşenlere dönüşür ve ardından uygulanan demleme/pişirme yöntemiyle de pek çok bileşen kahve içeceğine geçer. Kahve

içeceğiindeki bileşenlerin miktarı; öğütülmüş kahve çekirdeğinin partikül boyutu, demleme esnasında su ve kahve partiküllerinin teması yani ekstraksiyon süresi, basınç, sıcaklık,

kullanılan su miktarı ve kalitesi ve uygulanan demleme yöntemlerine göre değişiklik gösterir (Şekil 1) (Farah ve dos Santos, 2015; Cordoba ve diğ., 2020).



Şekil 1. Kahve içeceğinin fizyokimyasal özellikleri ve lezzet profilini etkileyen ana parametreleri gösteren diagram (Cordoba ve diğ., 2020)

Figure 1. Diagram which indicates main parameters effective on physicochemical properties and sensory profile of coffee beverage (Cordoba, et al., 2020)

Kahve Demleme/Piştirme (Ekstraksiyon) Metotları

Kahve çekirdeğinden suyla çözdürülerek kahve içeceği hazırlanması bir katı-sıvı ekstraksiyon yöntemidir. Katının sıvıdan ayrılması yöntemine temel işlemlerde filtrasyon denir ve sıvının sabit bir yataktan süzülmesi mantığına dayanır. Katı-sıvı ekstraksiyon yönteminde üç önemli basamak vardır. Bunlar; 1) Öğütülmüş kahvenin suyla teması ve suyu yapısına çekmesi, 2) Temas sonrasında çözünen maddelerin çözücü olan suya geçmesi 3) Elde edilen çözeltinin (kahve içeceğinin) kalan kahve partiküllerinden ayrılma işlemidir (Petraçco, 2001; Moroney ve diğ., 2016; Cordoba ve diğ., 2020) (Şekil 1).

Dünyada kahve içeceğini hazırlanmak için kullanılan farklı ekstraksiyon yöntemleri vardır (Şekil 2). Genel olarak ekstraksiyon işlemi tüketiciler arasında demleme/piştirme yöntemi olarak bilinir. Liksviasyon (sıvıda özütleme), süzme, infüzyon (üstüne sıcak su akıtılarak demleme), dekoksasyon/piştirme (kaynatarak özünü çıkarma), yıkama ve maserasyon olarak farklı demleme/piştirme yöntemleri vardır (Petraçco, 2001; Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016; Gloess ve diğ., 2013).

Temel Demleme Yöntemlerinde Uygulanan Prensipler

1. Dekoksasyon/Kaynatma yöntemi; Türk kahvesi, kaynatılmış kahve, perkolatör kahve ve vakum kahve en çok bilinen dekoksasyon yöntemleridir. Bu yöntemde öğütülmüş kahve partikülleri belirli sıcaklıktaki suyun içinde kalır, suyun kaynama sıcaklığında olması gerekmez, sıvının içerisine çözünen madde miktarını arttıracak sürede kalması yeterlidir. Genel olarak katı ve sıvının teması uzun sürelidir (Derossi ve diğ., 2018; Cordoba ve diğ., 2020).

a) Türk kahvesi: Kavrulmuş ve çok küçük boyutta öğütülmüş (ortalama 120 mikron) kahve çekirdeği oda sıcaklığında suyla cezve içinde karıştırılır ve ateş üstünde köpürme noktasına kadar, karıştırılmadan pişirilir. Köpüklenme ve baloncuklar oluştuğunda ateş üstünden alınır, kaynatılmaz. Türk kahvesine özel kahve fincanına köpüğüne zarar vermeden, kahve partikülleri ile boşaltılarak içilir. Köpürme esnasında sıcaklığın 93-95°C aralığına ulaştığı ve kaynatılmadan bu sıcaklıkta fincana boşaltılmasının ve köpüklenme süresinin üç dakika içinde tamamlanacak şekilde ısının ayarlanmasının lezzet ve sağlık açısından önemi belirtilir. Kahve hazırlanırken kullanılan cezvenin ısı iletkenliği önem taşır (Girginol, 2018; Özdehan, 2014; Cordoba ve diğ., 2020; Elmaci ve Gok, 2021).

b) Kaynatılmış Kahve: Norveç ve Finlandiya gibi Nordik ülkelerinin favori içeceği. Öğütülmüş kahve çekirdeği suyla pot içinde karıştırıldıktan sonra kaynatılarak hazırlanır. Kahve partikülleri çöktükten sonra fincana servis edilerek içilir. Sıcak kalması için pot içinde süzülmeden uzun süre bekletilir (Derossi ve diğ., 2018; Cordoba ve diğ., 2020).

c) Perkolatör Kahve: Amerikan'ın en eski demleme yöntemidir. Perkolatör özel bir kahve demliğidir. Üstünde delikli hazneye öğütülmüş kahve, en alt tabana su konur ve ateş üstünde ısıtılır. Tabandaki su kaynayınca, perkolatör içindeki çubuktan yukarı çıkar ve yayıcı levhanın üstünden altındaki öğütülmüş kahveye, sıcak bir yağmur gibi yağar. İnce çekilmiş kahve çekirdeklerinin arasından sızan sıcak su, süzülerek alttaki hazneye akar. Suyun borudan yukarı çıkıp, kahve olarak aşağı süzülmesinden sonra da döngü devam eder (Cordoba ve diğ., 2020).

d. Vakum (Sifon) Kahve: Alt haznedeki su kaynadıkça basınç oluşturarak üst hazneye çıkar ve buradaki öğütülmüş kahve çekirdeği ile karışması beklenir. Ardından ısıtıcı kapanır ve alttaki hazne soğumaya başlayınca, vakum oluşturarak üstteki demlenmiş kahve aşağıdaki hazneye çekilir (Cordoba ve diğ., 2020).

2. İnfüzyon yöntemi; Filtre kahve ve Neapolitan ($90 \pm 5^\circ\text{C}$) en bilinen iki yöntemdir. Öğütülmüş kahve çekirdekleri (ortalama 838 mikron) filtre üstüne yerleştirilir ve sıcak suyun öğütülmüş kahve çekirdeği üstünden akıtılmasıyla hazırlanır. Dekoksasyon yöntemindeki gibi doğrudan ısıtma ve uzun süre su ve kahve partikülleriyle temas yoktur. Kahve partikül boyutu daha büyüktür (Cordoba ve diğ., 2020; Caporaso ve diğ., 2014).

3. Basınç yöntemi; French press (piston), Moka kahve ($90 \pm 5^\circ\text{C}$) ve espresso ($90 \pm 5^\circ\text{C}$, 9 ± 5 bar, 30 ± 5 s) en çok bilinen yöntemlerdir. Kahve içeceği basınç kullanılarak hazırlanır. Basınç, demleme için eklenen sıcak suyun öğütülmüş (ortalama 351 mikron) kahve çekirdeklerinin sıkıştırılmasıyla hazırlanan kahve kekinin içinden akmasını sağlar. Uygulanan basınç seviyesi kahve içeceğinin karakteristik özelliğini etkiler (Petraçco, 2001; Parenti, ve diğ., 2014; Cordoba ve diğ., 2020; Navarini ve diğ., 2009).

4. Soğuk demleme yöntemi; Soğuk demleme yönteminde diğer yöntemler gibi sıcak su kullanılmaz ve demleme süresi çok daha uzundur, uygulanan tekniğe göre demleme süresi 8 ile 24 saat arasında olabilir. Genel olarak oda sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıkta su, öğütülmüş kahve üstüne damlatılarak, French press gibi direkt temasla ya da damlatılarak hazırlanabilir. Düşük sıcaklık ve uzun ekstraksiyon süresi,

kahve içeceğine farklı fizikokimyasal özellik ve lezzet karakteristiği sağlar (Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019).

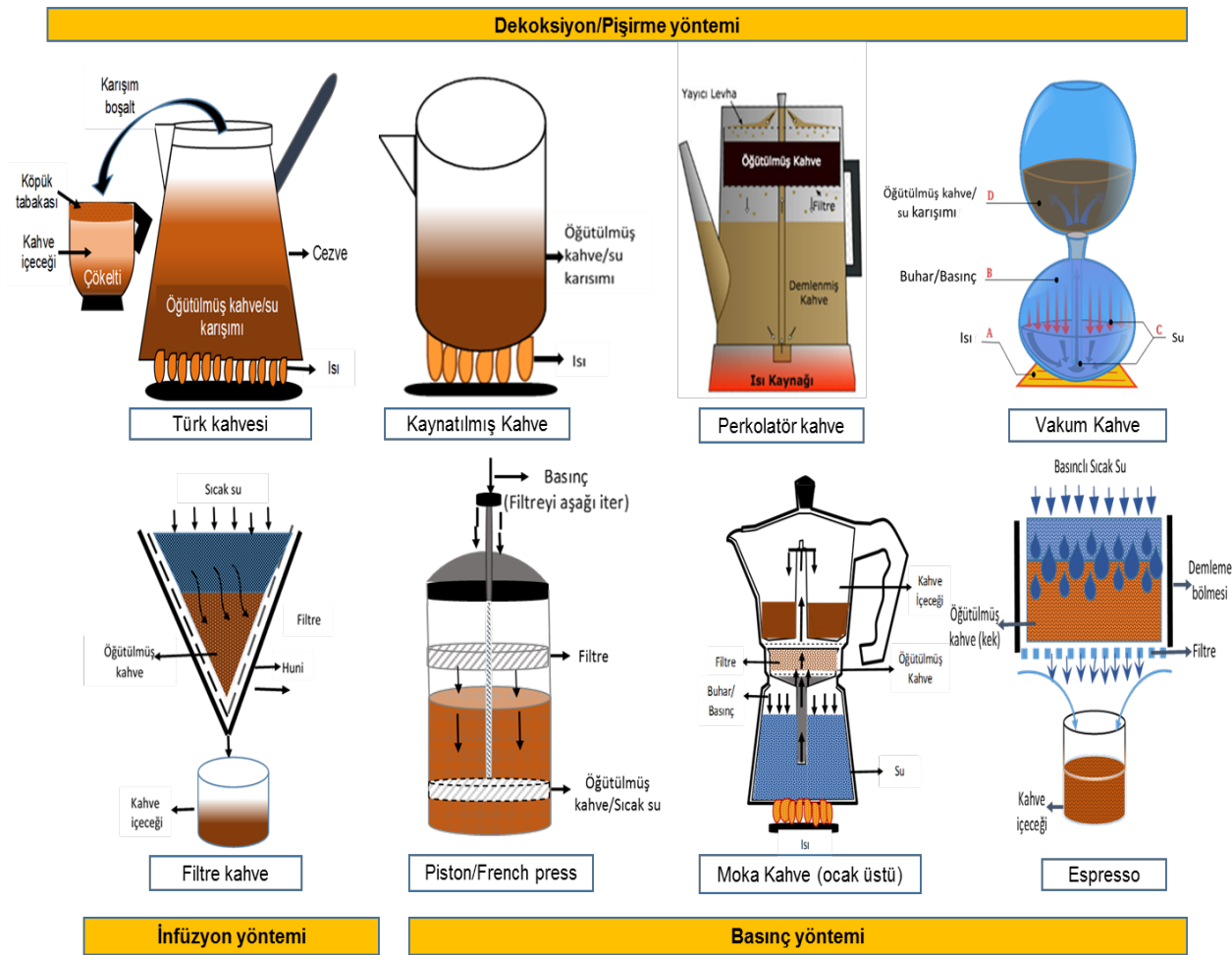
Kahve İçeceğinin İnsan Sağlığına Faydaları ve Fonksiyonel İçecek Olarak Değerlendirilmesi

Kahve içeceğinin insan sağlığına faydaları Tablo 2 de listelenmiştir.

Kahve İçeceğindeki Önemli Bileşenlerin Sağlığına Olumlu Etkileri

Kahvenin sağlığına faydalarından bahsedebilmek, farklı faktörlerin neden olduğu kompleks yapıdan dolayı kısıtlıdır. Kahve

kavurma ve demleme teknikleri bu faktörlerden sadece ikisidir. Yapılan araştırmalarda kahvenin dört ana bileşeni olan kafein, klorojenik asit, kafestol ve kahveol ün sağlık açısından önemli etlikleri tespit edilmiştir (Şekil 3). Kahve içeceğindeki bileşenlerin miktarı ve sağlığa faydası, çekirdeğindeki bileşenlerin miktarı, uygulanan kavurma ve demleme teknikleri, kahve türü, toprak ve iklim kombinasyonu, kahve çekirdeğinin elde edilmiş metotları gibi pek çok uygulamadan etkilenir. Ayrıca kahve çekirdeğini kavurma esnasında oluşan melanoidinlerin sağlık açısından önemli faydaları olduğu da bilimsel olarak açıklanmıştır (Coelho ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Lagner ve Rzeski, 2014; Moreira ve diğ., 2012).



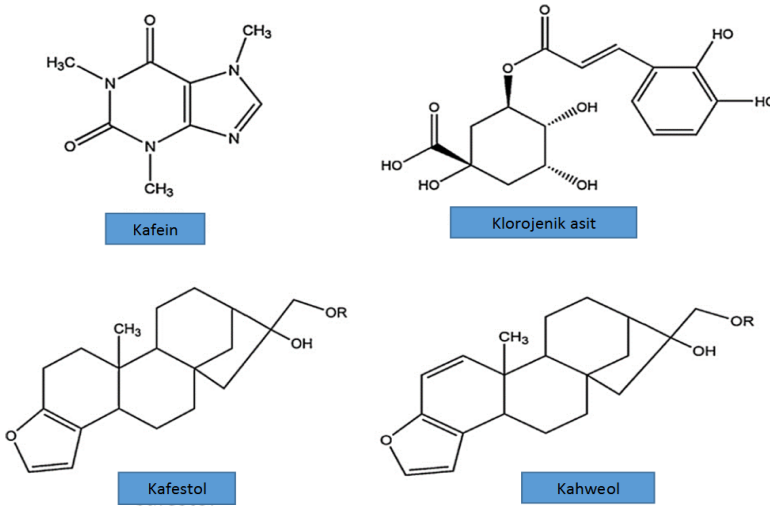
Şekil 2. Kahve demleme yöntemleri; **Dekoksyon/Pişirme yöntemi:** Türk kahvesi, Kaynatılmış kahve, Perkolatör kahve, Vakum (sifon) kahve (Web2, 2020), **İnfüzyon yöntemi;** Filtre kahve **Basınç yöntemi;** French press, Moka kahve ve Espresso (Cordoba ve diğ., 2020; Navarini ve diğ., 2009; Elmacı ve Gok, 2021)

Figure 2. Coffee brewing methods: **Decoction methods** (Turkish coffee, Boiled coffee, Percolator coffee, and Vacuum coffee), **Infusion methods** (Filter coffee), and **Pressure methods** (Plunger, Moka, and Espresso) (Cordoba et al., 2020; Navarini et al., 2009; Elmacı and Gok, 2021)

Tablo 2. Kahve içeceğinin insan sağlığına etkileri (Pourshahidi ve diğ., 2016; Goodman ve diğ., 2017; Wachamo, 2017; Saltan ve Kaya, 2018; Oğuz ve Erdoğan, 2016; Wierzejska, 2017; Dirks-Naylor, 2015; Ludwing ve diğ., 2014; Poole ve diğ., 2017; Cano-Marquina ve diğ., 2013)

Table 2. Effect of the coffee beverage on health etkileri (Pourshahidi et al., 2016; Goodman et al., 2017; Wachamo, 2017; Saltan and Kaya, 2018; Oğuz and Erdoğan, 2016; Wierzejska, 2017; Dirks-Naylor, 2015; Ludwing et al., 2014; Poole et al., 2017; Cano-Marquina et al., 2013)

Sağlık Konusu	Kahvenin Etkisi	Etki Mekanizması
Karaciğer	Karaciğer kanseri ve hasatlıklarında azalma	Lipit metabolizmasına etkisi, alkolik olmayan karaciğer yağlanma şiddetini düşürme, karaciğer enzimlerine olumlu etki (Poole ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
Metabolik sağlık	Tip 2 diyabet riskinde azalma	Glukoz toleransına doğrudan etki, insülin direncini zayıflatma
	Obezite/Yağ Yakımı/Vücut yağ oranında azalma/Tokluk hissinde artış	Tokluk hormonunu (ghrelin ve serotonin) yükselterek enerji alımını azaltma (Ludwing ve diğ., 2014; Poole, ve diğ., 2017)
Sinir sistemi/Mental sağlık/Zihinsel durum	Parkinson hastalığı riskinde azalma	Santral ve periferik sinir sisteminde adenosin reseptörlerinin potansiyel bir antagonistik etki (Wierzejska, 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
	Bunama ve Alzaymır hastalıklarında azalma olasılığı	
	Sinir sistemine uyarıcı etki	
	Yorgunluk giderici ve ağrı kesici	
	Bilişsel performansta artış	
	Dikkat/Odaklanma artışı	
Kanser	Genel kanser riskinde azalma	Faz II enziminin fitokimyasal veya besinsel faktörlerle (Poole ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
Kardiyovasküler hastalıklar & Kan basıncı	Kardiyovasküler hastalık riskinde azalma veya artış olduğu ile ilgili çelişkili sonuçlar olsa da genel olarak bir antioksidan kaynağı olan kahvenin, inflamasyonu inhibe ederek, kardiyovasküler ve diğer inflamatuvar hastalık riskini azalttığı bulunmuştur	Yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar özelliğiyle endotel disfonksiyonunu iyileştirici, vasküler endotelial fonksiyonunu koruyucu etki (Oğuz ve Erdoğan, 2016; Ding ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Lim ve diğ., 2020)
	Kalp yetmezliği riskinde azalma	
	Kan basıncında artış	
İskelet kaslarına etkisi	Kas erimesinde azalma ve kas gücünde, ağırlığında ve dayanıklılığında artış, zedelenmiş kaslarda iyileşim	Kas sisteminde otofajiye neden olabilir, insülin hassasiyetinin gelişmesi ve glukoz alımının artışı kas erimesinde azaltma potansiyeli sağlar (Dirks-Naylor, 2015)
Gastrointestinal Sistem	Gastrit ve gastroözofagal reflü de azalma	(Poole ve diğ., 2017)
Antiinflamatuvar/Antioksidan özellikler	Kan serumunda immun sistem ve inflamatuvar belirteçlerinde azalma	Lipofilik antioksidan etki- siklooksigenaz-2 enzimini inhibe etme potansiyeli (Lang ve diğ., 2013; George ve diğ., 2008)
	Oksidatif strese azalma	
Antimikrobiyal etki	<i>Streptococcus mutans</i> ve bazı patajenik bakterilere mikroorganizmaların gelişimini baskılama	Kahvenin mikroorganizmalar üzerine mutajenik etkisi (Saltan ve Kaya, 2018; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot ve diğ., 2003; George ve diğ., 2008).
Dermatolojik etki	Kırışıklıkların azalması, peeling ve antiselülitik etki, antiaging	Kafeinin kan damarlarını genişleterek etki sağlaması (George ve diğ., 2008)



Şekil 3. Kahve içeceğinde bulunan dört önemli temel bileşenin moleküler yapısı (Cano-Marquina ve diğ. 2013)

Figure 3. Molecular structure of four main compounds found in coffee beverage (Cano-Marquina et al., 2013)

Kafein

Kafein (1,3,7-trimethylxanthine) temel bileşeni olan ksantin 3 metil grubu ile birleşen bir purin alkaloididir (Higdon ve Frei, 2006; Akça ve diğ., 2018; Ludwig, ve diğ., 2014). Kahvede en çok araştırılan bileşen olan kafein 1820 yılında kahve çekirdeğinden izole edilmiştir. Tüketilen içecekler arasında en yüksek kafein miktarı kahvede bulunmuştur (Cano-Marquina ve diğ., 2013). Bilimsel araştırma sonuçları yetişkin bireylerin günlük 400 mg kafein tüketiminin güvenli olduğunu belirtmektedir (Coso, Salinero, & Lara, 2020; dePaula & Farah, 2019). Kafein oda sıcaklığında renksiz ve acıdır. Kahvedeki acılığı sağlayan ana bileşendir. Bitkileri böceklerden koruyucu özelliğine sahiptir (dePaula ve Farah, 2019).

Kafein Robusta türünde Arabika'dan yaklaşık %40-70 daha fazla bulunur (Tablo 1). Kafein oranı düşük olan Arabika bu nedenle biyolojik ve mekanik strese karşı daha hassastır (Farah, 2012; dePaula & Farah, 2019). Yeşil kahve çekirdeğinin kavurma sonrasında kafein oranında önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Kavurulmuş Arabika kahve çekirdeğinde, 100 g kuru maddede yaklaşık olarak 0.7-1.6 g, Robusta' da ise 1.8-2.6 g kafein tespit edilmiştir (dePaula ve Farah, 2019).

Şekil 1 de gösterildiği gibi, kahve ekstraksiyonunda etkili faktörlerin ve Şekil 2 de yer alan farklı demleme/pişirme yöntemlerinin kahve içeceğindeki kafein miktarına etkisi pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Kafein sıcak suyun kullanıldığı

ekstraksiyon yöntemlerinde çok iyi çözünür. Türk kahvesi, kaynatılmış kahve demlemenin yer aldığı dekoksasyon yönteminde, filtre kahvenin yer aldığı infüzyon yöntemine göre kafein oranı daha yüksek bulunmuştur. Su miktarının öğütülmüş kahve çekirdeğine oranı, suyun sıcaklığı, kavurma derecesi, öğütülmüş kahvenin partikül büyüklüğü ve demleme süresi kahve içeceğindeki kafein oranını etkiler. Koyu kavurulmuş kahve çekirdeğinde yüksek kafein miktarı bulunur. Ayseli ve diğ. (2021) kavurma işleminin Türk kahvesinin fizikokimyasal etkilerini araştırdığı çalışmada orta kavurulmuş (155°C de 18 dk.) Arabika kahve çekirdeğiyle hazırlanmış Türk kahvesinde kafein miktarını 571 mg/L olarak belirlemişlerdir. Aynı çekirdeğin daha yüksek ısıda kavurulmasıyla (170°C de 18 dk.) hazırlanmış Türk kahvesinde ise kafein miktarının artarak 601 mg/L e yükseldiği bulunmuştur. Araştırmacılar bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını vurgulamışlardır (Ayseli ve diğ., 2021). Kahve içeceğinde, genel olarak tercih edilen fincan boyutuna göre yaklaşık olarak 76-112 mg/240 mL, ya da 32-47 mg/100 mL de kafein olduğu belirtilse de yapılan bir araştırmada aynı kahve çekirdeğinin farklı yerlerde hazırlanan kahve içeceğinde kafein oranı 54-118 mg/100 mL bulunmuştur. Bu sonuçlar demleme tekniklerindeki farklılığın, kahve içeceğindeki kafein miktarında 6 kattan fazla farklılığa neden olabileceğini gösteriyor. Aynı çekirdekte uygulanan demleme yöntemlerinin neden olduğu kafein miktarındaki büyük farklılık, toplumun kafein alım oranının tespitinin oldukça zor olduğunu açıkça göstermektedir (dePaula ve Farah, 2019; Derossi ve diğ., 2018; Ludwig ve diğ., 2014). Espresso kahvenin bir fincanında kafein miktarı 200-300 mg olabilmektedir (Cano-Marquina ve diğ., 2013).

Kafein 15-120 dk içinde kanda en yüksek seviyeye ulaşır ve alınan miktara göre merkezi sinir sisteminde uyarıcı etki gösterir. Günde 250-400 mg arası ya da 1-5 mg/vücut ağırlığı kafein, keyif verme, enerjik hissetme, işte isteklilik ve motivasyon, güçlü dikkat ve odaklanmayla kendine güven ve bilişsel fonksiyonların artması gibi olumlu etkilere sahipken bilimsel araştırmalar 500 mg üstü kafein alımının tedirginlik, huzursuzluk gibi olumsuz etkilere neden olduğunu göstermektedir. Günde dokuz fincandan fazla (600-900 mg kafein) tüketimin kalp hızı ve kan basıncında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Kafeinin ayrıca midenin asit salgısını artışıma ve diüretik etkiye neden olduğu belirtilmektedir (Higdon ve Frei, 2006; Gariyağaoğlu ve Kuyrukçu, 2009; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003; Grosso ve diğ., 2017).

Kafeinin sağlık üzerine etkilerine ilişkin birçok alanda araştırmalar devam etmektedir. Son yıllarda "kafein tüketimi ile Tip 2 diyabet, Alzaymır ve Parkinson hastalığı riskinde azalma, kafein tüketimi ile karaciğer dokusunda yenilenme" en çok araştırılan konularındandır. İskandinav ülkeleri ve

ABD’de yapılan büyük çaplı, prospektif kohort tipi araştırmalarda (hastaların zaman içinde ileriye yönelik izlenmesi), günde üç fincan ve üzerinde kahve tüketen kişilerde Tip 2 diyabetin anlamlı olarak düşük olduğu saptanmıştır (dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003; Cornelis, 2019; Grosso ve diğ., 2017; Wierzejska, 2017).

Günlük 300 mg kafein tüketiminin metabolizmayı hızlandırdığı, yaklaşık 79 kcal lik enerji harcamasını sağladığı bulunmuştur. Düzenli kahve tüketiminin, beslenme programına kahve konulmasının, kilo veremeye ve egzersiz uygulamasında yardımcı olarak kilo kontrolünü desteklediği tespit edilmiştir (Ludwing, Clifford, Lean, Ashihara, & Croizer, 2014). Kafein içeren içeceklerin Parkinson hastalığı riskini azalttığını açıklayan araştırmalar, düzenli olarak günde bir fincan kahve ya da çay içen erkeklerde, içmeyenlere göre Parkinson hastalığı riskinin %30-50 daha düşük olduğu göstermektedir. Fare deneylerinde yüksek kafein tüketimi insanlar için günlük 500 mg ya da 5 kahve fincanı kahveye gelen miktarın Alzheimer hastalığına karşı koruyucu etkisi doğrulanmıştır (dePaula & Farah, 2019; Nawrot, ve diğerleri, 2003; Cornelis, 2019; Grosso, Godos, Galvano, & Giovannucci, 2017; Wierzejska, 2017; Nehlig, 2016).

Kahvede bulunan kafein, ağrı giderici, migren ya da obeziteyi tedavide kullanılmaktadır. Antioksidan ve antimikrobiyal özelliğine sahip kafeinin kanserojenik bakteri *Streptococcus mutans* ve patojenik bakterilere karşı etkili olduğu ve anti-inflamatuar potansiyeli araştırmalarda ispatlanmıştır (Saltan ve Kaya, 2018; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003).

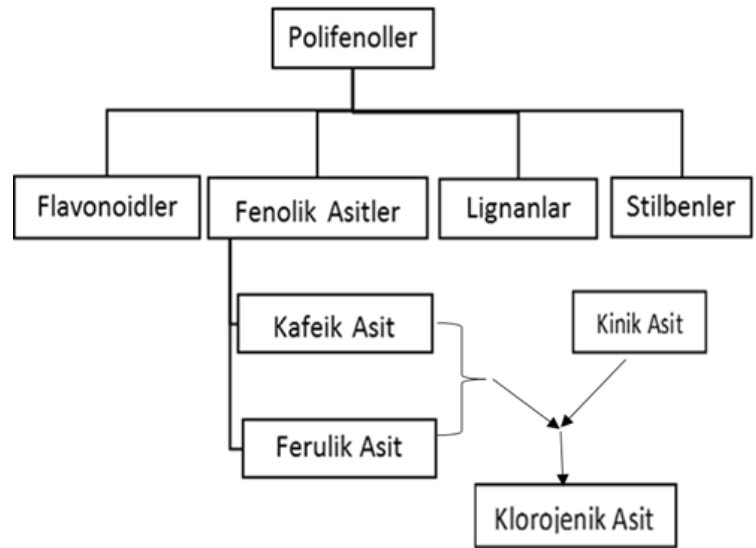
Kardiyovasküler sisteme etkileri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Norveç araştırmalarında kronik kalp hastalığının kahve tüketimiyle azaldığı bulunsu da kesin bir sonuç değildir (Ramalakshmi ve Raghavan, 1999; Godos ve diğ., 2014). Risk faktörü yüksek insanlarda içerdiği kafein miktarına bağlı olarak kahvenin hipertansiyonu arttırdığı, 3.3 mg/kg kafeinin kan basıncını yükselttiği belirtiliyor (Lim, Chang, Ahn, & Kim, 2020). Kafein ve uyku üzerine çalışmalar, yaş, kilo vb özelliklerine göre 200 mg kafein ve fazlasını tüketen kişilerde uyanıklığı arttırdığı, uykusuzluğu azalttığı, uzun gece yolculuklarında performansı desteklediği açıklanmıştır (Clark ve Landolt, 2017; Cornelis, 2019; Grosso ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014).

Klorojenik Asit

Polifenoller çok yüksek antioksidan kapasitesine sahiptir ve sağlığı destekleyen önemli biyoaktif maddelerdir (Ozcan ve diğ., 2014; Herawati ve diğ., 2019). Polifenoller açısından zengin kahve, antioksidan potansiyeline sahip polifenol grubundaki flavanoidler, fenolik asitler, lignanlar ve stilbenler

gibi bileşikler içerir. Klorojenik asit; kafeik asit, ferulik asit ve kinik asidin yapısını oluşturduğu *trans*-sinamik asit esteridir (Şekil 3 ve Şekil 4). Kahvede 45 çeşit klorojenik asit tespit edilmiştir (Mills ve diğ., 2013). Oluşan klorojenik asit formları ester bağındaki pozisyonuna göre kafeoil, kumaroil- veya feruloil-kinik asitlerin farklı isomerik yapılarını içerirler ve kavurma sonrasında bu asitlerin laktonlarına dönüşürler (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Farah, 2012; Ludwing ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Zain ve diğ., 2017; Farah ve Donangelo, 2006). Klorojenik asit kafein gibi ısıya dayanıklı değildir ve kavurulmuş kahvede kafein/klorojenik oranı yükselir (Ludwing ve diğ., 2014).

5-O-Kafeolkinik asit olarak da bilinen klorojenik asit, karbonhidrat emilimini yavaşlatma özelliğine sahiptir (Wachamo, 2017). Isıya duyarlı olmasından dolayı kavurma esnasında düşük ve yüksek molekülü farklı yapılara dönüşür ve kavurma sıcaklığı arttıkça klorojenik asit miktarı düşer fakat yeni oluşan bileşiklerden dolayı çeşitlilik artar. Kavurma sonrası kahvede benzer özellikte yaklaşık 200 bileşik tespit edilmiştir (Goodman ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014). Bu nedenle kavurma esnasında düşen klorojenik asit miktarı, kahve içeceğinin antioksidan kapasitesinin düşmesi anlamına gelmemektedir (Liang ve diğ., 2016). Benzer şekilde Ayseli ve diğ. (2021) orta kavurulmuş Arabika kahve çekirdeğiyle hazırlanmış Türk kahvesinde klorojenik asit miktarını 1399.5 (mg/L), koyu kavurulmuş çekirdekle hazırlanan Türk kahvesinde ise 912.0 (mg/L) olarak saptamışlardır.



Şekil 4. Kahvede en yaygın bulunan polifenoller ve fenolik asitler (Cano-Marquina ve diğ., 2013)

Figure 4. The most common polyphenols and phenolic acids in coffee (Cano-Marquina et al., 2013)

Yüksek ısıyla protein ve karbonhidratlar arasında oluşan Maillard reaksiyonu ürünü melanoidin, bir kısım klorojenik asit ile birleşebilir. Klorojenik asit ve melanoidin bileşenleri kavurulmuş kahvenin toplam antioksidan potansiyelini oluştururlar. Her iki grubun kimyasal yapısı farklı olduğu için antioksidan aktiviteleri de farklılık gösterir ve klorojenik asidin antioksidan kapasitesi çok daha yüksektir. Kahvenin antioksidan kapasitesi düşük kavurma sıcaklığında daha yüksektir ve sıcaklık arttıkça düşer (Goodman ve diğ., 2017; Bicho ve diğ., 2011; Vignoli ve diğ., 2014; Demir ve diğ., 2020). Aynı öğütülmüş kahve ile hazırlanan sıcak ve soğuk demleme kahve içeceklerindeki klorojenik asit konsantrasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Fuller ve Rao, 2017).

Klorojenik asit vücuttaki metabolizması tam olarak net olmasa da ince bağırsak ve kolon da gerçekleştiği üzerine bilimsel çalışmalar vardır ve ürede farklı metabolitleri tespit edilmiştir (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Ludwing ve diğ., 2014). Kahve içeceğindeki klorojenik asitin hücre içi antioksidan etkisinin araştırılmasında, insan kolon karsinoma hücresi Caco-2 üzerine etkisi tespit edilmiştir. Böylece klorojenik asidin sağlık açısından potansiyel faydası hücre içi antioksidan kapasitesine sahip olmasıyla açıklanmıştır (Liang ve diğ., 2016).

Glukoz ve lipit metabolizmasına önemli etkiye sahip klorojenik asidin diabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, kanser ve karaciğer yağlanması ile ilgili sorunların düzenlenmesi üzerine olumlu etkileri, ayrıca bağışıklık sistemi destekleyici, antiinflamatuvar, antiobezite, antimikrobiyal, antiviral etkileri açıklanmıştır (Wachamo, 2017; Farah, 2018).

Yeşil kahve çekirdeğinde (kuru ağırlık) toplam klorojenik asit miktarı yaklaşık olarak Arabika' da %4-8, Robusta' da %6-12 arasındadır. Bir fincan kahve içeceğindeki klorojenik asit miktarı, kavurma derecesi, demleme yöntemi, su ve öğütülmüş kahve oranı, suyun sıcaklığı, kahve ve suyun temas süresine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak kahve içeceğinde klorojenik asit miktarının çok büyük değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Farah ve Donangelo, 2006; Ludwing ve diğ., 2014). Bir çalışmada kahve içeceğindeki klorojenik asit miktarı 20-675 mg aralığında tespit edilmişken (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Ludwing ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019), başka bir çalışmada bir fincan ya da 200 mL kahve içeceğinde klorojenik asit miktarı 70-350 mg, kafeik asit miktarı 35-175 mg arasında (Wachamo, 2017), diğer bir çalışmada ise 200 mL kahve içeceğinde klorojenik asit miktarı 15-325 mg aralığında bulunmuştur (Mills ve diğ., 2013). Farah ve Lima (2019) çalışmasında klorojenik asit miktarının 100 mL de 26-1141 mg aralığında, klorojenik izomerleri ve kavurma esnasında oluşan laktonlarını içeren

toplam miktarın ise 100 mL de 50-200 mg aralığında olduğunu belirtmişlerdir (Farah ve Lima, 2019; Ludwing ve diğ., 2014).

Hafif ve koyu kavurma dereceleri ve demleme yöntemlerinin etkisini araştıran çalışmalarda, 100 mL kahve içeceğinin toplam klorojenik asit miktarı, elektrikli filtre kahveyle demlemede 35-170 mg, espresso demlemede 40-1000 mg, moka kahve demleme yönteminde 55-150 mg, French press demleme yönteminde 40-280 mg Türk kahvesi pişirme yönteminde 110-200 mg, kaynatarak pişirme yönteminde 70-230 mg, soğuk demleme yönteminde 35-319 mg aralığında tespit edilmiştir (Farah ve Lima, 2019). Klorojenik asit ekstraksiyon oranının ilk 2 dk da ve 93°C de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Espresso yöntemiyle demlenen kahve içeceğinin klorojenik asit miktarı diğer demleme yöntemlerinden daha yüksektir (Şekil 2). Bunun nedeninin espresso demlemede kullanılan su miktarının öğütülmüş kahve miktarına göre diğer yöntemlerden daha az olması ve basınç (9 bar) uygulanmasıyla açıklanmaktadır (Farah ve Lima, 2019).

Kahve içeceğindeki klorojenik asit ve laktonlarının yüksek antioksidan kapasitesi, Brezilya, Norveç, Japonya gibi çok tüketen toplumlar için kahveyi önemli bir antioksidan kaynağı durumuna getirdiği belirtilmektedir. Klorojenik asit askorbik asitle benzer antioksidan aktivitesi göstermektedir. Genel olarak bilimsel çalışmalara göre sağlığa faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Farah ve Lima, 2019; Ludwing ve diğ., 2014; Lang, ve diğ., 2013).

- Antioksidan özelliğiyle birlikte anti inflamatuvar etkiyle yara iyileşmesine destek verir,
- Antimutajenik ve anti kanserojenik etkileri,
- Karaciğer koruyucu (aşırı demir yüklenmesi, yüksek alkol tüketimi, obezite kaynaklı karaciğer sorunları) (2 fincan/gün tüketiminin 40% karaciğer kanseri riskinde azalma sağlayabilir),
- Antidiyabetik etkisi (3-4 kahve/gün),
- Kalbi koruyan ve antihepstatsif etkisi,
- Antiobezite ve Anti-metabolik sendrom etkisi (1-4 fincan/gün),
- Sinir sistemi koruyucu etkisi,
- Antimikrobiyal, antiviral etkisi,
- Prebiyotik etkisi bulunduğu açıklanmıştır.

Kahveol ve Kafestol

Kahveol (182-1265 mg/100 g Arabika) ve kafestol (182-1308 mg/100 g Arabika) (Şekil 2), kahve yağının yaklaşık %20 sini oluşturan ana diterpenlerdir (Wuerges ve diğ., 2020). Antioksidan kapasitesi, antiinflamatuvar etkisi, kanser ve toksik maddelere karşı koruyucu etkileri olduğu açıklanmıştır. Fakat aynı zamanda serum kolesterol seviyesini arttırdığı ile ilgili bulgular açıklanmıştır. Günlük 2 mg kafestol tüketiminin serum kolesterol seviyesini 1 mg/dL arttırdığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Wuerges ve diğ., 2020; Ludwing ve diğ., 2014; Moeenfarid ve Alves, 2020; Moeenfarid ve Alves, 2020). Pek çok güncel araştırma sonuçlarında kahve içeceğindeki miktarların demleme/pişirme yöntemine göre değiştiği, doza bağlı olarak kandaki lipit seviyesine etkisi olduğu, serum kolesterol seviyesi artışının ancak belirli bir miktar üstündeki tüketimle oluşabileceği belirlenmiştir (Lim ve diğ., 2020; Cano-Marquina ve diğ., 2013; Pourshahidi ve diğ., 2016).

Kaynatılmış ve filtre edilmeden hazırlanmış kahve içeceklerinde diğer demleme yöntemlerine göre kahveol ve kafestol daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Filtre yöntemiyle hazırlanan kahve içeceğinde kahveol ve kafestolün, filtreden geçemediği ve üstte kaldığı, bu nedenle filtre yöntemiyle demlenen kahve içeceğinde neredeyse yok denecek kadar az bulunduğu belirtilir. İskandinav kaynamış kahve, French press ve Türk kahvesinde bir fincanda 6-12 mg bulunurken filtre kahvede 0.6 mg bulunmuştur. Diterpenlerin kolesterol artırıcı etkisi olduğu belirtilse de kimyasalların zararlı etkilerine karşı koruyucu potansiyele sahip olduğu açıklanmıştır (Ludwing ve diğ., 2014). Lim ve diğ. (2020) 100 mL espresso kahvede, 0.4-0.7 mg kahveol ve 0.3 ve 0.6 mg kafestol olduğunu açıklamıştır (Lim ve diğ., 2020).

Zang ve diğ. (2012) kavurma sıcaklığının ve dört ayrı demleme yönteminin; kaynamış, Türk kahvesi, French press ve moka (Şekil 2), kahve içeceğindeki kafestol miktarına etkisini araştırmıştır. Her iki faktörün de kafestol miktarına anlamlı etkilerini ve ekstraksiyon veriminin bu iki faktöre bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, en yüksek kafestol miktarının French press (11.9-4.6 mg/L), kaynamış kahve (10-14 mg/L) ve Türk kahvesinde (2.8-1.4) olduğunu, moka kahvede (2.4-1.1) daha düşük kafestol bulunduğunu, ayrıca artan kavurma sıcaklığıyla kafestol miktarında azalmanın demleme yöntemine bağlı olarak %42 oranında olabileceğini göstermişlerdir (Zhang ve diğ., 2012).

Önceki çalışmalar, diterpenlerin serum kolesterolünün artışına neden olan olumsuz etkisine rağmen enflamasyonu düzenleyen ve kansorejen maddelerin detoksifikasyonu ile kanseri önleme etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya

koymuştur. Çok eski birkaç araştırma sonucuna bakarak henüz olumsuz etkileri tam olarak kanıtlanmamış kahve içeceğini diterpenlerin varlığından dolayı kötülemek doğru değildir. Aksine kahve diterpenlerinin biyolojik öneminden dolayı, demleme tekniklerine bağlı olarak günlük içilen kahvede bulunan miktarları sağlığa faydalı olabilir (Moeenfarid ve Alves, 2020) ve bu nedenle çok daha fazla bilimsel araştırma yapılmalıdır.

Melanoidinler

Melanoidinler kahve çekirdeğinin kavrulması esnasında, proteinlerin serbest amino gruplarıyla indirgen şekerler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonunun son ürünleridir ve kahveye özgü renk ve aromaların oluşumuna katkı sağlar. Kahve önemli bir melanoidin kaynağıdır ve kuru maddede kahve içeceğinin yaklaşık %25'ini oluşturur. Melanoidinlerin yapısı kahve çekirdeğinde bulunan galaktomananlar ve arabinogalaktanlar gibi polisakkaritler, aminoasitler, proteinler ile klorojenik asit, kafeik asit ve ferulik asit gibi fenolik bileşenlere bağlıdır. Kahve kavurma işlemi süresi arttıkça melanoidin oluşumu artar (Lagner ve Rzeski, 2014). Kahve melanoidinlerin oluşumunda reaksiyona giren klorojenik asitin yaklaşık %23 oranında kaybı meydana geldiği belirtilir (Coelho ve diğ., 2014).

Kavurmayla oluşan melanoidinler ve yeni bileşenler, yüksek antioksidan özelliği taşırlar. Melanoidinlerin kahve içeceğinde %10-15 oranında antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Kahve çekirdeğine uygulanan kavurma derecesi arttıkça toplam klorojenik asit miktarı düşmesine rağmen, toplam antioksidan kapasitesi artmıştır (Liang ve diğ., 2016).

Kafeik asidin antioksidan aktivitesinin, klorojenik asitten daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar, kavurma süresi ve sıcaklığı arttıkça kahve çekirdeğinin antioksidan aktivitesinde önemli bir kayıp meydana geldiğini fakat kavurma sırasında oluşan melanoidinlerin kahvenin antioksidan aktivitesini arttırarak, bu kaybı tamamladığını göstermektedir (Pérez-Hernández ve diğ., 2012).

Melanoidinlerin sağlığa pozitif ve negatif etkileri henüz araştırma aşamasındadır. Eski araştırmalarda gıdaların besin değerini düşürdüğüne dair çok olumsuz açıklamalar olsa da yeni araştırmalar çeşitli faydalarından bahsetmeye başlamıştır. Klorojenik asit ve indirgenme ürünlerini yapısında barındıran melanoidinlerin antioksidan, antimikrobiyal, antihipertansif, antialerjik ve prebiyotik özelliğiyle sağlığı destekleyici özelliklere sahip olduğu, bu özelliklere ek olarak metal iyonlarıyla bağ yapabildiği için antimitojenik ve timör büyüme önleyici özellikleri de yeni çalışmalarda gösterilmektedir (Lagner ve Rzeski, 2014; Coelho, ve diğ., 2014).

Kahve İçeceğindeki Önemli Bileşenlerin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri

Kahve içeceğinin insan sağlığına olumsuz etkileri ile ilgili çelişkili bilgiler bulunmaktadır ve olumsuz etkiler tüketim miktarıyla ilişkilendirilmektedir (Pourshahidi ve diğ., 2016; Sözlü ve diğ., 2017; Godos ve diğ., 2014). Fazla kahve tüketiminin kansere karşı koruyucu etkisinin yanında kanser sürecindeki farklı basamaklara müdahale etmesi ve/veya ters etkiye oluşturabileceği, kalın bağırsak, mesane, kanseri, pankreas ve göğüs kanser oluşum riskini arttırabileceği belirtilmektedir (Pourshahidi ve diğ., 2016). Japonya’da 50.000 sağlıklı kadın ve erkek üzerinde yapılan 7-9 yıllık bir araştırmada kahve tüketiminin hepatosellüler karsinomaya etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Higdon ve Frei, 2006). Çok sayıda epidemiyolojik çalışma kahve tüketimi ve kanser oluşum riski arasında çok düşük bir ilişki olabileceğini ortaya koymaktadır (Higdon ve Frei, 2006).

Kardiyovasküler hastalıklara kahve tüketiminin olumsuz etkisi kesin olarak açıklanmasa da kahvede bulunan diterpenlerin serum LDL, toplam kolesterol ve plazma homosistein seviyelerini ve hipertansiyonu etkileyebileceği ve bu etkilerin sonucunda kalp hastalıkları gelişim riskine neden olabileceği düşünülmektedir. İskoçya, ABD ve Finlandiya’da yapılan kohort tipi araştırmada koroner kalp hastalıkları riski ve kahve tüketimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Sözlü ve diğ., 2017; Higdon ve Frei, 2006; Godos, ve diğ., 2014). Higdon ve Frei (2006) günde beş fincan ve üstünde kahve içeceği tüketenlerin içmeyenlere göre koroner kalp hastalıkları riskinin %40-60 daha fazla olabileceğini açıklamıştır. Araştırmada ayrıca 600 mL kahve tüketiminin akut koroner kalp riski oluşabileceği, 300 mL atında tüketiminse riskinin çok daha düşük olacağı belirtilmiştir (Higdon ve Frei, 2006).

Kahve tüketiminin hipertansiyon ve aritmi ile ilişkisini araştıran çalışmaların sonuçları farklılık göstermektedir. 2- 6 fincan kahve tüketenlerin kan basınçlarında anlamlı bir artış bulunmamıştır. Kohort tipi araştırmada kan basıncı veya hipertansiyon üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır (Sözlü ve diğ., 2017).

Kahve ve hamilelik sürecindeki olumsuzluk ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar fazla miktarda kahve tüketiminin düşük riskine neden olabileceğini açıklarken, kahve tüketiminin 300 mg/g kafein miktarıyla sınırlandırılması gerektiğini, bazıları ise bir etkisi olmadığını açıklamıştır (Higdon ve Frei, 2006).

Kahve içeceğinin osteoporoz ile ilişkisi tam olarak kesinleştirilmemiştir. Bazı çalışmalar 300 mg/gün üstünde kafein tüketiminin riskli insanlarda düşük kemik yoğunluğu, kemik

kaybı ve kırıklara neden olabileceğini, bazı çalışmalar ise günlük 20 mL kahve tüketiminin kemik mineral yoğununa destek verdiğini göstermektedir. Yemeklerle birlikte 150-250 mL kahve içeceği tüketiminin demir emilimini %24-73 oranında azalttığına dair bulgulara yer verilmiştir (Sözlü ve diğ., 2017).

Sonuç

Kahve ve içeriğindeki aktif biyolojik maddelerle ilgili çok sayıda hücre çalışmaları, hayvansal deneyler ve epidemiyolojik araştırmalar bulunmaktadır fakat insanlarla ilgili bilimsel araştırmalar yetersizdir. Sağlığa olumsuz etkileri ile ilgili henüz kesinleşmiş yeterli bilgiler olmamasına rağmen olumsuz düşünceler daha yaygındır. Bunun nedenini de çok eski ilk bilimsel çalışmalarda kahvenin insanlarda, kanda lipit ve LDL miktarını arttırdığına dair bilgilerin yer alması olabilir. Bu ilk olumsuz sonuçlar kahvenin potansiyel faydalarının belirlenmesi için yapılan bilimsel çalışmaların önünde engel oluşturmaya devam etmektedir. Fakat günümüzde yüzlerce bilimsel araştırma vardır ve bunlar ortak bir sonucu göstermektedir. Bu da kahvenin sağlığa olumsuz etkileri ile ilgili asıl konunun tüketilen kahvenin miktarından kaynaklandığıdır.

Eski bilimsel çalışmalarda özellikle kaynatılarak demlenen/pişirilen kahvenin kalp sağlığına olumsuz etkileri olduğu belirtilmesine rağmen, günümüz çalışmaları bu sonuçları tam olarak desteklememektedir. Kaynatılarak filtre edilmeden hazırlanan kahvenin günde altı fincandan fazla tüketildiğinde zararlı olabileceği ile ilgili yeni bilimsel çalışmalar, sadece kaynatılarak değil filtre edilerek hazırlanmış kahveler için de benzer olumsuzluğun geçerli olabileceğini göstermiştir.

Çok fazla kahve tüketiminde doza bağlı olarak, kahvede bulunan diterpen yağlarının plazma kolesterolü ve LDL miktarında artırdığı ve kalp sağlığı için risk oluşturduğu belirtilmektedir. Çok yüksek miktarda kahve içilmesinin zararlı olduğu belirtilse de, günlük ortalama 6 fincandan, az kahve, 400 mg kafein tüketiminin sağlığa pek çok faydaları olduğu ispatlanmıştır (Moenfard & Alves, 2020) ve bu nedenle artık günümüzde pek çok bilimsel çalışmada kahve fonksiyonel içecek olarak adlandırılmaktadır.

Kahvenin sağlığa faydalı olmasını sağlayan öncelikle yapısındaki polifenollerdir. Kahvede bulunan klorojenik asit kan basıncı ve endotelial fonksiyonlarına olumlu etkisi bilimsel araştırmaların en çok yoğunlaştığı çalışmalar arasındadır. Filtre edilmiş ve filtre edilmeden kaynatılarak hazırlanmış kahvelerde bulunan polifenollerin, çok güçlü antioksidan özelliklerinden dolayı insan epitel dokularında oksidatif hasarı önlenmede faydası olduğunu açıklanmıştır. Kahvenin sa-

hip olduğu güçlü antioksidanların LDL ve VLDL ye bağlanarak oksidasyonu engellediği, kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğunu ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde faydaları olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak araştırmalar kahvede bulunan aktif biyolojik maddelerin sağlığa pek çok açıdan faydası olduğu, içerdiği güçlü antioksidan polifenollerin, kahve melanoidinlerinin ve hatta yeni araştırma sonuçlarına göre kahvede bulunan kafein ve diterpenlerin, kahve içeceğinin neden olabileceği olumsuz etkileri tersine çevirebileceğini gösteriyor.

Fonksiyonel gıdalar üzerine son zamanlarda çok sayıda bilimsel araştırma yürütülmektedir ve genel olarak bir gıdanın fonksiyonel olması için sağlığı destekleyici (probiyotik, prebiyotik özelliğiyle bağırsaklar için faydalı), bazı özel sağlık problemleri için fayda sağlayıcı (obezite, diyabet, kanser ve timör gibi sorunlara karşı fayda), yaşamı kolaylaştırıcı (laktosuz süt, glutensiz ürünler) özelliklere sahip olması ve bunların bilimsel olarak kanıtlanması gerektiğini belirtilir (Gok & Ulu, 2019). Kahve içeceği sahip olduğu sağlık destekleyici pek çok özelliğinden dolayı (Tablo 1), bir fonksiyonel içecek olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde birkaç araştırmada kahve, sağlığa faydalarından dolayı fonksiyonel gıda olarak tanımlanmıştır (Dórea & da Costa, 2005; Esquivel & Jiménez, 2012; Cano-Marquina, Tarin, & Cano, 2013). Kahvenin insan sağlığına pek çok faydası olduğu belirlenmesine rağmen henüz eksik kalan ve araştırılması gereken konular vardır. Önümüzdeki dönemlerde kahve ile ilgili bilimsel araştırmalar daha fazla yapılmalıdır.

Etik Standart 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

Ayseli, M. T., Kelebek, H., Selli, S. (2021). Elucidation of aroma-active compounds and chlorogenic acids of Turkish

coffee brewed from medium and dark roasted Coffea Arabica bean. *Food Chemistry*, 338, 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127821>

Bicho, C.N., Leitão, A.E., Coclico, J.R., Alvarenga, N.B., Lidon, F.C. (2011). Identification of nutritional descriptors of roasting intensity in beverage. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(8), 865-8671.

<https://doi.org/10.3109/09637486.2011.588594>

Cano-Marquina, A., Tarin, J.J., Cano, A. (2013). The impact of coffee on health. *Maturitas*, 75, 7-21.

<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.002>

Caporaso, N., Genovese, A., Canela, M., Civitella, A., Sacchi, R. (2014). Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brew. *Food Research International*, 61, 152-160.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.020>

Ciaramelli, C., Palmioli, A., Airoidi, C. (2019). Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry*, 278, 47-55.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.063>

Clark, I., Landolt, H.P. (2017). Coffee, caffeine, and sleep: A systematic review of epidemiological studies and randomized controlled trial. *Sleep Medicine Reviews*, 31, 70-78.

<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.01.006>

Coelho, C., Ribeiro, M., Cruz, A.C., Domingues, R.M., Coimbra, M.A., Bunzel, M., Nunes, F.M. (2014). Nature of phenolic compounds in coffee melanoidin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 7843-7853.

<https://doi.org/10.1021/jf501510d>

Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F.I., Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brew. *Trends in Food Science Technology*, 96, 45-60.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>

Cordoba, N., Pataquiva, L., Osorio, C., Moreno, F.L., Ruiz, R.Y. (2019). Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 9.

<https://doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>

- Cornelis, M.C. (2019).** The impact of caffeine and coffee on human health. *Nutrients*, 11(2), 416. <https://doi.org/10.3390/nu11020416>
- Coso, J.D., Salinero, J.J., Lara, B. (2020).** Effects of caffeine and coffee on human functioning. *Nutrients*, 12(125), 1-5. <https://doi.org/10.3390/nu11020416>
- dePaula, J., Farah, A. (2019).** Caffeine consumption through coffee: content in the beverage, metabolism, health benefits and risk. *Beverages*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.3390/beverages5020037>
- Derossi, A., Ricci, I., Caporizzi, R., Fiore, A., Severini, C. (2018).** How grinding level and brewing method (Espresso, American, Turkish) could affect the antioxidant activity and bioactive compounds in a coffee cup. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 3198–3207. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8826>
- Ding, M., Bhupathiraju, S.N., Satija, A., van Dam, R.M., Hu, F. (2014).** Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease. A systematic review and a dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 129, 643–659. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005925>
- Dirks-Naylor, A.J. (2015).** The benefits of coffee on skeletal muscle. *Life Sciences*, 143, 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.11.005>
- Dórea, J., da Costa, T.H. (2005).** Is coffee a functional food? *British Journal of Nutrition*. 93, 773–782. <https://doi.org/10.1079/BJN20051370>
- Elmaci, I., Gok, I. (2021).** Effect of three post-harvest methods and roasting degrees on sensory profile of Turkish coffee assessed by Turkish and Brazilian panelist. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(13), 5368–5377. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11185>
- Esquivel, P., Jiménez, V. M. (2012).** Functional properties of coffee and coffee by-product. *Food Research International*, 46, 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Euromonitor International. (2019).** *Hot drink coffee/ Euromonitor from trade sources/national statistic.* <https://www.euromonitor.com/turkey> (Accessed 16 May 2020).
- Farah, A. (2012).** Coffee Constituents. Y.-F. Chu içinde, *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention* (s. 21–58). John Wiley Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
- Farah, A. (2018).** Nutritional and health effects of coffee. P. Lashermes içinde, *Achieving sustainable cultivation of coffee. Breeding and quality traits* (s. 1–31). Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0022.14>
- Farah, A., Donangelo, C. M. (2006).** Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100003>
- Farah, A., dos Santos, T.F. (2015).** The Coffee Plant and beans: An introduction. V. R. Preedy içinde, *Coffee. In Health and Disease Prevention* (s. 5–10). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>
- Farah, A., Lima, J. d. (2019).** Consumption of chlorogenic acids through coffee and health. Implication *Beverages*, 5(11), 1–29. <https://doi.org/10.3390/beverages5010011>
- Ferreira, T., Shuler, J., Guimarães, R., Farah, A. (2019).** Introduction to coffee plant and genetics. A. Farah içinde, *Coffee: Production, Quality and Chemistry* (s. 3–25). The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781782622437-00001>
- Fuller, M., Rao, N. Z. (2017).** The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific Reports*, 7, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>
- Garipağaoğlu, M., Kuyrukçu, N. (2009).** Çocuk sağlığı ve kafein. *Çocuk Dergisi*, 9(3), 110–115.
- George, E., Ramalakshmi, K., Rao, L. J. (2008).** A perception on health benefits of coffee. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 464–486. <https://doi.org/10.1080/10408390701522445>
- Girginol, C. R. (2018).** *Kahve-Fincandan Lezzete.* İstanbul: Oğlak Yayınları. ISBN: 9753292757.
- Gloess, A.N., Schönbächler, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., ... Yeretizian, C. (2013).** Comparison of nine common coffee extraction

methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236, 607–627.

<https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>

Godos, J., Pluchinotta, F. R., Marventano, , Buscemi, , Li Volti, G., Galvano, F., Grosso, G. (2014). Coffee components and cardiovascular risk: beneficial and detrimental effect. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 65(8), 925-36.

<https://doi.org/10.3109/09637486.2014.940287>

Gok, I., Ulu, E.K. (2019). Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspect. *Nutrition&Food Science*, 49(4), 668-686.

<https://doi.org/10.1108/NFS-07-2018-0198>

Goodman, B.A., Opitz, E., Smrke, , Yeretjian, C. (2017). Engineering the composition of coffee to potentially improve its health benefits. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 1(1), 1-9

Grosso, G., Godos, J., Galvano, F., Giovannucci, E. L. (2017). Coffee, Caffeine, and Health Outcomes: An Umbrella Review. *Annual Review of Nutrition*, 37, 131-156.

<https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064941>

Hargarten, V.B., Kuhn, M., Briesen, H. (2020). Swelling properties of roasted coffee particle. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 100(10), 3960–3970.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.10440>

Herawati, D., Giriwono, P.E., Dewi, F.N., Kashiwagi, T., Andarwulan, N. (2019). Three major compounds showing significant antioxidative, α -glucosidase inhibition, and antiglycation activities in Robusta coffee brew. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 994-1010.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1622562>

Higdon, J.V., Frei, B. (2007). Coffee and health: A review of recent human research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 101-123.

<https://doi.org/10.1080/10408390500400009>

ICO. (2020). *International Coffee Organization*. [ico.org](http://www.ico.org): <http://www.ico.org>.

Jeszka-Skowron, M., Frankowski, R., Zgola-Grześkowiak, A. (2020). Comparison of methylxantines, trigonelline, nicotinic acid and nicotinamide contents in brews of green and processed Arabica and Robusta coffee beans-Influence of steaming, decaffeination and roasting

processes on coffee bean. *LWT - Food Science and Technology*, 125, 109344

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109344>

Ku Madihah, K., Zaibunnisa, A., Norashikin, S., Rozita, O., Misnawi, J. (2012). Optimization of roasting conditions for high-quality Arabica coffee. *APCBEE Procedia*, 4(4), 209-214.

<https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.11.035>

Lagner, E., Rzeski, W. (2014). Biological Properties of Melanoidins: A Review. *International Journal of Food Properties*, 17(2), 344-353.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2011.631253>

Lang, R., Dieminger, N., Beusch, A., Lee, Y.-M., Dunkel, A., Suess, B., ... Hofmann, T. (2013). Bioappearance and pharmacokinetics of bioactives upon coffee consumption. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405, 8487–8503.

<https://doi.org/10.1007/s00216-013-7288-0>

Liang, N., Xue, W., Kennepohl, P., Kitts, D.D. (2016). Interactions between major chlorogenic acid isomers and chemical changes in coffee brew that affect antioxidant activities. *Food Chemistry*, 213, 251–259.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.041>

Lim, D., Chang, J., Ahn, J., Kim, J. (2020). Conflicting effects of coffee consumption on cardiovascular diseases: does coffee consumption aggravate pre-existing risk factors? *Process*, 8(4), 438.

<https://doi.org/10.3390/pr8040438>

Ludwig, I.A., Mena, P., Calani, L., Cid, C., Del Rio, D., Lean, M.E., Crozier, A. (2014). Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking? *Food & Function*, 5, 1718-1726.

<https://doi.org/10.1039/C4FO00290C>

Ludwig, I.A., Clifford, M.N., Lean, M.E., Ashihara, H., Crozier, A. (2014a). Coffee: biochemistry and potential impact on health. *Food Function*, 5(8), 1695-1717.

<https://doi.org/10.1039/C4FO00042K>

Mills, C.E., Oruna-Concha, M.J., Mottram, D., Gibson, G., R., Spencer, J.P. (2013). The effect of processing on chlorogenic acid content of commercially available coffee. *Food Chemistry*, 141(4), 3335–3340.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.014>

Majid, N.A.B.A, Edzuan, F.A.M., Noor, A.M. (2015). A review of quality coffee roasting degree evaluation. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 10(7), 18-23.

- Moenfard, M., Alves, A. (2020). New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspect. *Food Research International*, 134, 109207
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109207>
- Moreira, A., Nunes, F.M., Domingues, R.M., Coimbra, C.A. (2012). Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impact. *Food & Function*, 2012(9), 903–915.
<https://doi.org/10.1039/C2FO30048F>
- Moroney, K., Lee, W., O'Brien, B., Suijver, F., Marra, J. (2016). Coffee extraction kinetics in a well mixed system. *Journal of Mathematics in Industry*, 7(3).
<https://doi.org/10.1186/s13362-016-0024-6>
- Navarini, L., Nobile, E., Pinto, F., Scheri, A., Suggi-Liverani, F. (2009). Experimental investigation of steam pressure coffee extraction in a stove-top coffee maker. *Applied Thermal Engineering*, 29, 998–1004.
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.05.014>
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives & Contaminants*, 20(1), 1-30.
<https://doi.org/10.1080/0265203021000007840>
- Nehlig, A. (2016). Effects of coffee/caffeine on brain health and disease: What should I tell my patients? *Practical Neurology*, 16(2), 89-95.
<http://dx.doi.org/10.1136/practneurol-2015-001162>
- O'Keefe, J. H., Bhatti, K., Patil, H.R., DiNicolantonio, J.J., Lucan, C., Lavie, C. J. (2013). Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health, and all-cause mortality. *Journal of the American College of Cardiology*, 62(12), 1043-1050.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.035>
- Oğuz, S., Erdoğan, Z. (2016). Kahve tüketiminin kalp sağlığı üzerine etkisi. *journal of cardiovascular. Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 7(14), 136-139.
<https://doi.org/10.5543/khd.2016.29290>
- Opitz, E., Goodman, B.A., Keller, M., Smrke, S., Wellinger, M., Schenker, S., Yeretjian, C. (2017). Understanding the effects of roasting on antioxidant components of coffee brews by coupling on-line abts assay to high performance size exclusion chromatography. *Phytochemical Analysis*, 28, 106-114.
<https://doi.org/10.1002/pca.2661>
- Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B. (2014). Phenolics in human health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), 393-397.
<https://doi.org/10.7763/IJCEA.2014.V5.416>
- Özdeştan, Ö. (2014). Evaluation of bioactive amine and mineral levels in Turkish coffee. *Food Research International*, 61, 167-175.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.027>
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L., Spugnoli, P. (2014). Comparison of espresso coffee brewing technique. *Journal of Food Engineering*, 121, 112-117.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>
- Pereira, L.L., Guarçoni, R.C., Pinheiro, P.F., Osório, V.M., Pinheiro, C.A., Moreira, T.R., Schwengber ten Caten, C. (2020). New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspective. *Food Chemistry*, 310(25), 125943.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125943>
- Pérez-Hernández, L.M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L.Á., Meza, N.G. (2012). Phenolic characterization, melanoidins, and antioxidant activity of some commercial coffees from *Coffea Arabica* and *Coffea Canephora*. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(4), 430-435.
- Petracco, M. (2001). Technology IV: Beverage preparation: Brewing trends for the new millennium. Chapter 7. R.J. Clarke, O.G. Vitzthum içinde, *Coffee. Recent Developments* (s.140-162). Blackwell Science Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780470690499.ch7>
- Poole, R., Kennedy, O., Roderick, P., Fallowfield, J., Hayes, P., Parkes, J. (2017). Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcome. *BMJ*, 359, 1-18.
<https://doi.org/10.1136/bmj.j5024>
- Pourshahidi, K.L., Navarini, L., Petracco, M., Strain, J.J. (2016). A comprehensive overview of the risks and benefits of coffee consumption. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 671-684.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12206>
- Ramalakhmi, K., Raghavan, B. (1999). Caffeine in Coffee: Its Removal. Why and How? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(5), 441-456.

<https://doi.org/10.1080/10408699991279231>

Saltan, F.Z., Kaya, H. (2018). Kahve: Bir farmakognozik derleme. *Journal of Pharmaceutical Science*, 43(3), 279-289.

Samoggia, A., Riedel, B. (2019). Consumers' perceptions of coffee health benefits and motives for coffee consumption and purchasing. *Nutrients*, 11(3), 653.
<https://doi.org/10.3390/nul1030653>

Smrke, S., Opitz, E., Vovk, I., Yeretian, C. (2013). How does roasting affect the antioxidants of a coffee brew? Exploring the antioxidant capacity of coffee via on-line antioxidant assays coupled with size exclusion chromatography. *Food & Function*, 4, 1082–1092.
<https://doi.org/10.1039/C3FO30377B>

Sözlü, S., Yılmaz, B., Tek, N. (2017). Kahve Tüketimi ve Bazı Hastalıklarla İlişkisi Coffee Consumption and Relation with some disease. *Sdû Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 33-39.
<https://doi.org/10.22312/sdusbed.273937>

Vignoli, J.A., Viegas, M.C., Bassoli, D.G., Benassi, M. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffee. *Food Research International*, 61, 279–285.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>

Vitaglione, P., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2012). Coffee, colon function and colorectal cancer. *Food&Function*, 3, 916-922.
<https://doi.org/10.1039/C2FO30037K>

Wachamo, H.L. (2017). Review on health benefit and risk of coffee consumption. *Medicinal Aromatic Plants*, 6(4), 1-12.
<https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000301>

Web1. (2020, Haziran 02).

<http://www.olaganustukanitlar.com/percolator-perkolator-nedir-nasil-calisir/>

<http://www.olaganustukanitlar.com/>

Web2. (2020, Haziran 4).

https://www.wikiwand.com/en/Vacuum_coffee_maker

<https://www.wikiwand.com> adresinden alındı.

Wierzejska, R. (2017). Can coffee consumption lower the risk of Alzheimer's disease and Parkinson's disease? A literature review. *Archives of Medical Science*, 13(3), 507-514.
<https://doi.org/10.5114/aoms.2016.63599>

Wuerges, K.L., Dias, R.C., Viegas, M.C., Benassi, M.T. (2020). Kahweol and cafestol in coffee brews: comparison of preparation method. *Revista Ciência Agronômica*, 51(1).
<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200005>

Yıldırım, S., Demir, E., Gök, İ. (2020). Türk ve filtre kahve örneklerindeki toplam antioksidan kapasiterin elektro-kimyasal yöntemle belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 382-393.
<https://doi.org/10.35193/bseufbd.736123>

Yeretian, C., Jordan, A., Badoud, R., Lindinger, W. (2002). From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. *European Food Research and Technology*, 214, 92–104.
<https://doi.org/10.1007/s00217-001-0424-7>

Zain, M.Z.M., Shori, A.B., Baba, A.S. (2017). Composition and health properties of coffee bean. *European Journal of Clinical and Biomedical Sciences*, 3(5), 97-100.
<https://doi.org/10.11648/j.ejcb.20170305.13>

Zhang, C., Linforth, R., Fisk, I.D. (2012). Cafestol extraction yield from different coffee brew mechanism. *Food Research International*, 49, 27-31.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.032>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Additives
Moisture Life Antioxidant
Pastorization Food Chemistry
Sugar Processing Health
Control Spoilage Packaging Hygiene
Dietary Microbiology Viable Sensory
Meat Omega-3 Supplement
Antibiotic Milk Safety
Fruit Antimicrobial Grain
On Bread Stale

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Instructions to Authors

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE), the European Association of Science Editors (EASE), the International Council of Medical Journal Editors (ICMJE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal conforms to the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (<https://doaj.org/bestpractice>).

Originality, high scientific quality, and citation potential are the most important criteria for a manuscript to be accepted for publication. Manuscripts submitted for evaluation should not have been previously presented or already published in an electronic or printed medium. The journal should be informed of manuscripts that have been submitted to another journal for evaluation and rejected for publication. The submission of previous reviewer reports will expedite the evaluation process. Manuscripts that have been presented in a meeting should be submitted with detailed information on the organization, including the name, date, and location of the organization.

Manuscripts submitted to “**Food and Health**” 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. The Editor in Chief is the final authority in the decision-making process for all submissions.

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 authors’ 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**” 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 Basel Declaration (<https://www.basel-declaration.org/>) and the guidelines published

by International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS) (<http://iclas.org/>). Authors are advised to clearly state their compliance with relevant guidelines.

“**Food and Health**” journal advises authors to comply with 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.

All submissions are screened by a similarity detection software’s.

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 fulfil 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; AND
2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND
3. Final approval of the version to be published; AND
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 other 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 in the title page of the manuscript.

“**Food and Health**” journal requires corresponding authors to submit a signed and scanned version of the authorship contribution form (available for download through <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



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

“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 interests, 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.

The Editorial Board of the journal handles all appeal and complaint cases within the scope of COPE guidelines. In such cases, authors should get in direct contact with the editorial office regarding their appeals and complaints. When needed, an ombudsperson may be assigned to resolve cases that cannot be resolved internally. The Editor in Chief is the final authority in the decision-making process for all appeals and complaints.

“Food and Health” journal requires each submission to be accompanied by a Copyright Transfer Form (available for download at <https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>). 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 “Food and Health” journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the editors, the editorial board, or the publisher; the editors, the editorial board, and 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

The manuscripts should be prepared in accordance with ICMJE-Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (updated in December 2017 - <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>). Authors are required to prepare manuscripts in accordance with the CONSORT guidelines for randomized research studies, STROBE guidelines for observational studies, STARD guidelines for studies on diagnostic accuracy, PRISMA guidelines for systematic reviews and meta-analysis, ARRIVE guidelines for experimental animal studies, TREND guidelines for non-randomized studies, and COREQ guidelines for qualitative studies.

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 Form,
- Author Contributions Form (one form for copyright and contributions available in <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.

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.), tables in the main text.

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/>)

Address (es) of affiliations and e-mail (s)

Complete correspondence address and e-mail

Abstract

Key words (indexing terms), normally 3-6 items

Introduction

Material and Methods

Results and Discussion

Conclusion

Compliance with Ethical Standard

Conflict of interests: 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

FOOD and HEALTH



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

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 give in the main text)

Figures (all figures/photos give 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" and "Conclusion" 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 on 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 researches and should guide future studies. The main text should start with Introduction and end with Conclusion sections. Authors may choose to use any subheading 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 should contain "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion" and "Conclusion" 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, 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 (including the state if in USA), should be provided in parentheses in the following format: "Discovery St PET/CT scanner (General Electric, Milwaukee, WI, USA)"

All references, tables, and figures should be referred to within the main text, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text.

Limitations, drawbacks, and the shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

FOOD and HEALTH



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

References

Reference System is APA 6th Edition

In-text Citation with APA

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.

....(Crockatt, 1995).

Direct quote from the text

"The potentially contradictory nature of Moscow's priorities surfaced first in its policies towards East Germany and Yugoslavia," (Crockatt, 1995, p. 1).

Major Citations for a Reference List in Table 2.

Note: All second and third lines in the APA Bibliography should be indented.

REVISIONS

Table 2.

Material Type	Reference List/Bibliography
A book in print	Baxter, C. (1997). <i>Race equality in health care and education</i> . Philadelphia: Ballière Tindall, p. 110-115, ISBN 4546465465
A book chapter, print version	Haybron, D.M. (2008). Philosophy and the science of subjective well-being. In M. Eid & R. J. Larsen (Eds.), <i>The science of subjective well-being</i> (p. 17-43). New York, NY: Guilford Press. ISBN 4546469999
An eBook	Millbower, L. (2003). <i>Show biz training: Fun and effective business training techniques from the worlds of stage, screen, and song</i> . p. 92-90. Retrieved from http://www.amacombooks.org/ (accessed 10.10.2015).
An article in a print journal	Carter, S., Dunbar-Odom, D. (2009). The converging literacies center: An integrated model for writing programs. <i>Kairos: A Journal of Rhetoric, Technology, and Pedagogy</i> , 14(1), 38-48.
Preview article in a journal with DOI	Gaudio, J.L., Snowdon, C.T. (2008). Spatial cues more salient than color cues in cotton-top tamarins (<i>Saguinus oedipus</i>) reversal learning. <i>Journal of Comparative Psychology</i> , https://doi.org/10.1037/0735-7036.122.4.441
Websites - professional or personal sites	The World Famous Hot Dog Site. (1999, July 7). Retrieved January 5, 2008, from http://www.xroads.com/~tcs/hotdog/hotdog.html (accessed 10.10.2015).
Websites - online government publications	U.S. Department of Justice. (2006, September 10). Trends in violent victimization by age, 1973-2005. Retrieved from http://www.ojp.usdoj.gov/bjs/glance/vage.htm (accessed 10.10.2015).
Photograph (from book, magazine or webpage)	Close, C. (2002). <i>Ronald</i> . [photograph]. Museum of Modern Art, New York, NY. Retrieved from http://www.moma.org/collection/object.php?object_id=108890 (accessed 10.10.2015).
Artwork - from library database	Clark, L. (c.a. 1960's). <i>Man with Baby</i> . [photograph]. George Eastman House, Rochester, NY. Retrieved from ARTstor.
Artwork - from website	Close, C. (2002). <i>Ronald</i> . [photograph]. Museum of Modern Art, New York. Retrieved from http://www.moma.org/collection/browse_results.php?object_id=108890 (accessed 10.10.2015).

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 30 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 30-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.