



ATATURK
UNIVERSITY
PUBLICATIONS

Food Science and Engineering Research

Official Journal of Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Food Engineering

Formerly: ATA-Food Journal

Volume 2 • Issue 1 • March 2023



EISSN 2980-1451
foodscience-ataunipress.org

Food Science and Engineering Research

Editor in Chief

Mustafa ŞENGÜL 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey
E-Mail: msengul@atauni.edu.tr

Associate Editors

Elif DAĞDEMİR 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey
E-Mail: elifdag@atauni.edu.tr

Mehmet YÜKSEL 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey
mehmet.yuksel@atauni.edu.tr

İhsan BAKIRCI 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey
ibakirci@atauni.edu.tr

Editorial Board

Bülent ÇETİN

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Enes DERTLİ

Department of Food Engineering, Yıldız Technical University, Faculty of Chemistry and Metallurgy, İstanbul, Turkey

Erhan Sulejmani

Faculty of Food Technology and Nutrition, State University of Tetovo, Macedonia

Halef DİZLEK

Department of Food Engineering, Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Engineering, Osmaniye, Turkey

İbrahim ÇAKIR

Department of Food Engineering, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, Bolu, Turkey

İlhami GÜLÇİN

Department of Biochemistry, Atatürk University, Faculty of Science, Erzurum, Turkey

Kenan Sinan DAYISOYLU

Department of Food Engineering, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Engineering and Architecture, Kahramanmaraş, Turkey

Lütfiye YILMAZ ERSAN

Department of Food Engineering, Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Bursa, Turkey

Mehmet İNAN

Department of Food Engineering, Akdeniz University, Faculty of Engineering, Antalya, Turkey

Mehmet Murat KARAOĞLU

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Memnune ŞENGÜL

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Mesut TAŞKIN

Department of Molecular Biology and Genetics, Atatürk University, Faculty of Science, Erzurum, Turkey

Mustafa Fatih ERTUGAY

Department of Food Engineering, Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering and Architecture, Erzincan, Turkey

Mükerrem KAYA

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Sezai ERCİŞLİ

Department of Horticulture, Fruit Growing and Breeding, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Songül ÇAKMAKÇI

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Yogender P. Khasa

Department of Microbiology, University of Delhi South Campus, New Delhi, India



Founder
İbrahim KARA

General Manager
Ali ŞAHİN

Finance Coordinator
Elif YILDIZ ÇELİK

Journal Managers
İrem SOYSAL
Bahar ALBAYRAK
Deniz KAYA
İrmak BERBEROĞLU

Publications Coordinators

Gökhan ÇİMEN
Arzu ARI
Alara ERGİN
Hira Gizem FİDAN
İrem ÖZMEN

Project Coordinators

Doğan ORUÇ
Sinem Fehime KOZ

Contact

Publisher: Atatürk University
Address: Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

Publishing Service: AVES
Address: Büyükdere Cad., 105/9 34394 Şişli, İstanbul, Turkey
Phone: +90 212 217 17 00
E-mail: info@avesyayincilik.com
Webpage: www.avesyayincilik.com

Food Science and Engineering Research

AIMS AND SCOPE

Food Science and Engineering Research is a scientific, open access, online-only periodical published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles. The journal is an official publication of the Atatürk University, and published biannually in January and July. The publication languages of the journal are Turkish and English.

Food Science and Engineering Research aims to contribute to the literature by publishing manuscripts at the highest scientific level. The journal publishes research articles and reviews that are prepared in accordance with ethical guidelines.

The scope of the journal includes but not limited to relevant to the topics of milk and dairy products technology, meat and meat products technology, grain and grain products technology, fruit and vegetable technology, food chemistry and toxicology, food microbiology, food hygiene and sanitation, food ethics and legislation, food biotechnology, food safety, and all other related interdisciplinary theoretical research.

The target audience of the journal includes researchers and specialists who are interested or working in all fields in the journal's scope.

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).

All expenses of the journal are covered by the Atatürk University. 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 www.foodscience-ataunipress.org/. The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal's web page.

Disclaimer

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

Open Access Statement

Food Science and Engineering Research is an open access publication, and the journal's publication model is based on Budapest Access Initiative (BOAI) declaration. All published content is available online, free of charge at www.foodscience-ataunipress.org/. Authors retain the copyright of their published work in the Food Science and Engineering Research. The journal's content is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) 4.0 International License which permits third parties to share and adapt the content for non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work.

From January 2023 onwards, content is licensed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 license. The journal's back content was published under a traditional copyright license however the archive is available for free access.

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://www.foodscience-ataunipress.org/EN>

Editor in Chief: Mustafa ŞENGÜL

Address: Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

E-mail: msengul@atauni.edu.tr

Publisher: Atatürk University

Address: Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

Publishing Service: AVES

Address: Büyükdere Cad., 105/9 34394 Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 217 17 00

E-mail: info@avesyayincilik.com

Webpage: www.avesyayincilik.com

Food Science and Engineering Research

CONTENTS

REVIEWS / DERLEME

- 1 A New Functional Food: Black (Fermented) Garlic
İhsan Güngör ŞAT, Halil İbrahim BİNİCİ
- 6 Some Properties of Selenium and Its Effects on Human Health
Şaban ÇELEBİ, B Őra DUMLU, Veysel Fatih ÖZDEMİR

RESEARCH ARTICLES / ARAŞTIRMA MAKALELERİ

- 11 The Quality of Yogurt Ice Cream Made with Different Emulgators
Ceyda İP IOĞLU, Salih ÖZDEMİR
- 18 Farklı Oranlarda Tuz ve Yağ Kullanılarak  retilen Kavurmanın U ucu Bileşikleri
Derya BAYRAK KUL, Zeynep Feyza YILMAZ ORAL, G zin KABAN
- 23 Evaluation of toxic metals content and microbial contamination of parsley (*Petroselinum crispum*) prepared from local farms in Kushal and Layalestan regions (Lahijan city, north of Iran)
Pegah GHIASVANDNIA, Milad SHEYDAEI, Milad EDRAKI

Fonksiyonel Yeni Bir Gıda: Siyah (Fermente) Sarımsak

A New Functional Food: Black (Fermented) Garlic

İhsan Güngör ŞAT¹
*Halil İbrahim BİNİCİ²

Atatürk Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Erzurum, Türkiye



ÖZ

Sebzeler insan beslenmesinde yer alan önemli bileşiklerdir. *Allium* cinsine ait olan sarımsağın (*Allium sativum* L.) kendine has karakteristik tat ve kokusu nedeniyle çiğ olarak tüketimi oldukça sınırlıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar sarımsağın yenildikten sonra bırakmış olduğu kokunun uzaklaştırılması üzerine odaklanmıştır. Sarımsağın kokusunun giderilmesi amacıyla üretilen ürünlerden biri de siyah sarımsaktır. Siyah sarımsak; beyaz sarımsağın uygun sıcaklık ve nem koşullarında fermente edilmesiyle elde edilen fonksiyonel bir gıda ürünüdür. Böylece sarımsaktaki istenmeyen tat ve koku giderilmekte ve besin değerinde olumlu gelişmeler söz konusu olmaktadır. Yapılan çalışmalar siyah sarımsağın antialerjik ve antimikrobiyal etkisinin yanısıra kanser, diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalığa karşı olumlu etki gösterdiğini belirtmektedir. Çoğu ülkede yeni olan bu ürün ülkemizde çok fazla bilinmemekle birlikte tüketimi de oldukça sınırlıdır. Bu derlemede siyah sarımsağın üretimi, bileşimi ve insan sağlığı üzerine etkileri hakkında genel bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, siyah sarımsak, fonksiyonel gıda

ABSTRACT

Vegetables are important compounds that are placed in the human nourishment. The consumption of raw garlic (*Allium sativum* L.) which belongs to the genus *Allium* is limited due to its unique characteristic taste and smell. Studies in recent years have focused on removing the aftertaste and smell of raw garlic. The odor left by garlic after eating on studies have focused on conducted eliminating the in last years. Black garlic is one of the products produced to eliminate the smell of garlic. Black garlic is a functional food product obtained by fermenting white garlic under suitable temperature and humidity conditions. Thus, the undesirable taste and odor of garlic is eliminated, and there are positive developments in nutritional value. Black garlic has shown a positive effect against many diseases such as cancer, diabetes, obesity, and cardiovascular diseases, and it also has antiallergic and antimicrobial effects. Although this product, which is new in most countries, is not known much in our country, its consumption is quite limited. In this review, general information about black garlic such as composition and effects on human health is given.

Keywords: Black garlic, functional food, garlic

Giriş

Sarımsak (*Allium sativum* L.) Liliaceae familyası, *Allium* cinsine ait olup selenyum ve germanyum bakımından zengin topraklarda yetişen bir bitki türüdür. Yetiştirildiği toprağın oldukça serin ve organik madde bakımından zengin olması gerekmektedir. Sarımsak tarih boyunca tüm dünyada farklı amaçlarla (baharat, sebze veya tedavi amaçlı) kullanılmıştır (Özaydın ve ark., 2020). Ülkemizde yıllık olarak kişi başına düşen sarımsak tüketim miktarının 0,84 kg olduğu belirtilmektedir (Akan, 2014). Taze sarımsağın bileşimini karbonhidratlar (%26–30), proteinler (%1–1,5), lipitler (%0,1–,5), organosülfür bileşikleri (%1,1 –3,5) ve fenolik bileşikler (%0,1 –0,5) oluşturmaktadır. Sarımsağın ayrıca C vitamini, E vitamini, Tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niyasin, kalsiyum, sodyum ve mineral madde (demir, germanyum ve selenyum) bakımından oldukça zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir. Organosülfür bileşiklerini içeren birçok sebze bulunmaktadır. Sarımsak (*A. sativum*), soğan (*Allium cepa*) ve pırasa (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) bu bileşikleri içeren *Allium* sebzeleri olarak bilinmektedir. Sarımsak, esas olarak içerdiği organosülfür bileşikleri nedeniyle en çok tüketilen ve üzerinde çalışılan sebze çeşididir. Siyah sarımsak ise; taze sarımsağın uygun sıcaklık ve nem koşullarında yaklaşık olarak 30–40 gün ısı işleme tabi tutulduğu

*Yazar Halil İbrahim BİNİCİ YÖK 100/2000
doktora öğrencisidir.
The author Halil İbrahim BİNİCİ is a YÖK
100/2000 PhD student.

Geliş Tarihi/Received: 22.12.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 17.01.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
İhsan Güngör ŞAT
E-mail: ibrahimbincici1325@gmail.com

Cite this article as: Şat İG, Bincici Hİ.
(2023). A new functional food: Black
(fermented) garlic. *Food Science and
Engineering Research*, 2(1), 1-5.



Content of this journal is licensed under a
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International License

fermente bir üründür (Ergin, 2019). Ayrıca siyah sarımsak Coğrafi işaret belgeli bir ürün olup Taşköprü/Kastamonu'da üretilip pazarlanmaktadır. Bu derlemede siyah sarımsağın üretimi, bileşimi ve fonksiyonel özellikleri ile insan sağlığı üzerine etkileri konusu ele alınmıştır.

Siyah Sarımsak Üretimi

Sarımsağın yapısında alliin, allisin ve SAC (S-allil-L-sistein) gibi kükürtlü bileşikler bulunmaktadır. Allisin sarımsağın karakteristik kokusundan sorumlu olan bileşiktir. Bu bileşiklerin antioksidatif (Jeong ve ark., 2016), anti-inflamatuar (Kim ve ark., 2011), antidiyabetik (Eidi ve ark., 2006), antihiperlipidemik, yaşlanmayı geciktirici, antialerjik, hepatoprotektif, antikanser, antimikrobiyal ve bağışıklık güçlendirici etkileri vardır. Bununla birlikte sarımsağın insan sağlığına olan yararına karşın keskin kokusu ve yoğun tadı nedeniyle tüketici tarafından kullanımı oldukça sınırlı hale gelmektedir. Sarımsağın istenmeyen kokusunu en aza indirmek için ısıtma işlemi, suda bekletme, fermentasyon vs. gibi çeşitli hazırlama işlemleri kullanılmaktadır (Qiu ve ark., 2020). Farklı işlemlere tabi tutulduğunda sarımsağın lezzet, renk ve besin içeriğinde önemli fizikokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu işlemler ile sarımsağın asitlik değerinin arttığı, keskin kokusunu kaybettiği ve tatlı yoğun bir tat oluştuğu, toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan kapasitesinin arttığı bildirilmiştir (Özaydın ve ark., 2020).

Japon ve Koreli bilim adamları tarafından 2003 yılında geliştirilen fermentör cihazı ile taze sarımsaktan fermente siyah sarımsak elde edilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda siyah sarımsak; taze sarımsağın 60–90°C sıcaklık ve %80–90 nemde yaklaşık 30–40 gün ısıtma işlemi tabi tutulmasıyla elde edilen fermente bir gıda ürünü olarak tanımlanmıştır (Ergin, 2019; Jing, 2020; Kimura ve ark., 2016; Martínez-Casas ve ark., 2017; Sato ve ark., 2006;).

Siyah sarımsak üretilirken kabukları soyulmadan tüm halde koku ve bulaşma riskine karşı da sıkıca folyo ile kaplanarak fermentöre konulması gereklidir (Akan, 2014; Qiu ve ark., 2020). 60–90°C ve %85–90 nemde 10. günden itibaren kararına başlamakta ve 40. günden itibaren tamamlanmaktadır. Siyah sarımsakta sadece renk değişmemekte bunun yanında tat, doku ve lezzet farklılaşmaktadır. Bu doğrultuda sarımsağın bileşimi ve diğer fizikokimyasal özellikleri de değişikliğe uğramaktadır. Siyah sarımsak tatlı ve şurubumsu bir tada sahip olmasının yanısıra hint hurması veya tatlı sirke tadını da anımsatmaktadır (Akan, 2014). Siyah sarımsak üretim sürecinde Maillard reaksiyonu ve fenolik bileşiklerin oksidasyonu gibi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ısıtma işlemi ile hızlanmaktadır. Maillard reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinlerin antioksidan aktiviteyi arttırdığı bilinmektedir (Ergin, 2019).

Zhang ve ark. (2015) ve Kimura ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada 70–80°C, %80–90 nemde üretilen siyah sarımsakların; renk, tekstür ve tat yönünden uygun yapı kazandığını belirtmişlerdir. Düşük sıcaklıklarda istenilen siyah rengin oluşmadığı, yüksek sıcaklıklarda ise acımsı-ekşimsi bir tadın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Isıtma işlemi sonucu nem oranı azalmakta, sarımsağın yumuşak bir yapı kazanmasına neden olmakta ve tüketiminin daha kolay olmasını sağlamaktadır. Bae ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada taze sarımsağın %66,1 nem oranına sahip olduğunu ve 45 günlük fermentasyon sonunda %45,30–53,4 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda siyah sarımsak oluşum sürecinde pH değerlerinin azaldığı bilinmektedir. Zhang ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada taze sarımsakta 6,25 olarak ölçülen pH

değerinin 70–80°C'de 10. gün ısıtma işlemi uygulaması ile 4,25'e düştüğünü, yine başka bir çalışmada ise Rasul Suleria ve ark. (2012) pH düzeyinin 7,46 dan 3,93'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Bae ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada 40°C, 45 gün fermente edilen sarımsaklarda SAC miktarını tazedeki 19,61 µg/g, siyah sarımsakta ise 124 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada ise 40 gün fermentasyona bırakılan sarımsakların SAC içeriğini tazedeki 24 µg/g, siyah sarımsakta 194 µg/g olarak belirlemişlerdir (Sasaki ve ark., 2007). Taze sarımsak ve siyah sarımsağın kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Taze ve siyah sarımsağın güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği ve bu antioksidan aktivite amioasitler, kükürtlü bileşikler (alliin, allisin, S-allilsistein), mineraller (selenyum ve magnezyum) ve fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bilinmektedir (Ergin, 2019). Siyah sarımsağın antioksidan aktivite göstermesinin nedeni içerisinde bulundurduğu SAC miktarının, polifenollerin ve flavonoid miktarının artışı ile ilişkilidir (Ergin, 2019; Jang ve ark., 2008; Tolodano-Medina ve ark., 2016). Siyah sarımsağın işleme koşullarına bağlı olarak bileşiminde meydana gelen değişimler Tablo 2'de verilmiştir.

Siyah Sarımsağın Fonksiyonel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Keskin tat ve kokusu ile tüketimi sınırlanan taze sarımsak, ısıtma işlemiyle siyah sarımsağa dönüştürülerek biyoyararlılığı yüksek bir ürüne dönüşmektedir. Yapılan çalışmalarda sarımsağın bu şekilde tüketiminin daha faydalı olduğu belirtilmektedir (Ergin, 2019). Fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanan siyah sarımsağın

Tablo 1.

Taze ve siyah sarımsağın antioksidan aktivitesi ve karakteristik özellikleri (Qiu ve ark., 2020; Alihanoglu ve ark., 2017)

Bileşenler	Taze sarımsak	Siyah sarımsak
	Miktar	Miktar
Su aktivitesi	0,98 ± 0,00	0,93 ± 0,02
Nem (%)	64,21 ± 1,48	29,88 ± 0,49
Toplam asitlik	0,40 ± 0,01 mg/kg	2,60 ± 0,03 mg/kg
pH	6,33 ± 0,07	3,74 ± 0,062
L*	68,44 ± 1,66	4,33 ± 2,02
a*	-3,84 ± 0,46	2,73 ± 1,01
b*	26,59 ± 1,76	-3,86 ± 1,49
İndirgen şeker	5,9 ± 0,8 g/kg	472,4 ± 46,5 g/kg
Ham yağ	1,8 ± 0,1 g/kg	5,8 ± 1,1 g/kg
Protein	%8,4	%9,1
DPPH (%)	6,90±1,80	61,80±1,50
ABTS (%)	34,50±1,20	95,00±2,50
Amino asit	19,43 ± 0,01 mg/g	14,86 ± 0,01 mg/g
SAC	19,61 ± 0,35 µg/g	105,07 ± 27,73 µg/g
Organik asit	16,68 ± 0,61 g/kg	64,18 ± 7,55 g/kg
Allisin	11,28 ± 0,22 g/kg	2,31 ± 0,07 g/kg
TFM	38,87 ± 4,53 mg GAE/g	68,95 ± 1,63 mg GAE/g
5-HMF*	-	0,23 ± 0,04 g/kg
Toplam vitamin	6,92 ± 0,02 g/kg	9,26 ± 0,03 g/kg
Toplam mineral	11,74 ± 0,02 g/kg	13,14 ± 0,03 g/kg

*5-HMF: 5-Hydroxymethylfurfural.

Tablo 2.

Siyah sarımsağın işleme koşullarına bağlı olarak bileşiminde meydana gelen değişimler (Ahmed & Wang, 2021)

Sıcaklık	Nem	Gün	Sonuç
60°C	%80	69	Nem ↓ Allicin ↑ 5-HMF* Toplam fenolik madde Toplam asitlik
70°C		33	
80°C		24	
90°C		12	
70°C	%90	35	↑ Kırmızılık ↓ Parlaklık ve sarılık ↑ Ham yağ, ham protein, Toplam şeker Toplam prüvat, glikoz, aminoasitler
70°C	%90	21	↑ Kırmızılık ↓ Parlaklık ve sarılık ↑ Toplam polifenol, toplam flavonoid, toplam asitlik, indirgen şeker ↓ pH
65°C	%70	16	↑ Toplam fenolik madde miktarı (85°C, %70 bağlı nem) İndirgen şeker, Toplam şeker, toplam asitlik, 5-HMF* (75°C, %85 bağlı nem)
75°C	%75		
78°C	%80 %85		
65-80°C	%70-80	30-40	↑ SAC
40°C	%70	45	Nem ↓ pH ↑ Esmerleşme yoğunluğu SAC* Antioksidan aktivite
55°C			
70°C			
85°C			

son zamanlarda yapılan çalışmalarda kanser ve tümör oluşumunu önlediği bildirilmektedir (Wang *et al.*, 2010). Daha öncede belirtildiği gibi serbest radikallerin oluşturduğu oksidasyon reaksiyonlarının hücre yapısında bozulmaya ve kansere yol açtığı bildirilmektedir (Karabulut & Gülay, 2016). Fenolik bileşikler, selenyum ve germanyum gibi mineral maddeler siyah sarımsağın kanser önleyici etkisinden sorumlu bileşiklerdir. Siyah sarımsağın mide kanserini (Wang *ve ark.*, 2014), kolon kanserini (HT29) (Dong *ve ark.*, 2014) ve kan kanseri hücrelerinin gelişmesini engellediği belirtilmektedir (Ergin, 2019). Yapılan çalışmalarda sarımsak gibi allium grubu içerisinde yer alan sebzelerin yüksek oranda tüketildiği yerlerde yaşayan insanların, az veya hiç tüketmeyen yerlere oranla mide kanseri gelişme riskinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Ayaz & Alpsoy, 2007).

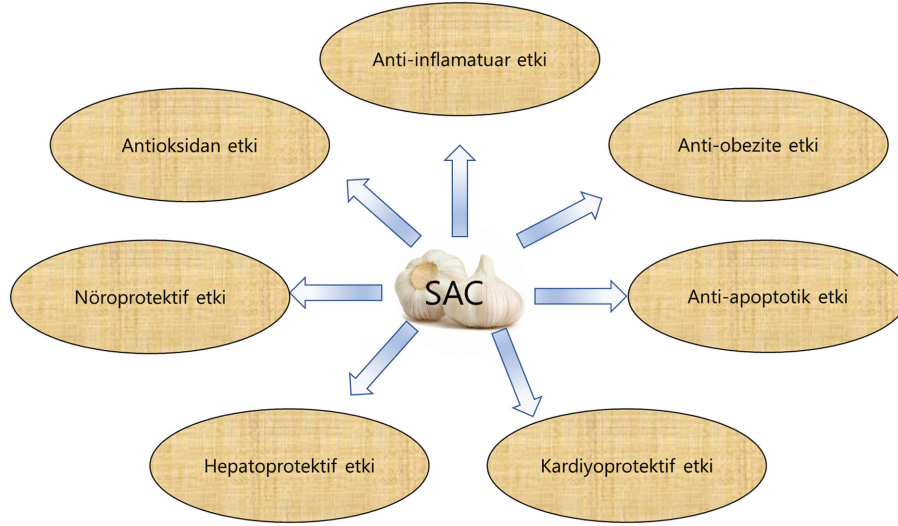
Kalp damar hastalıkları dünyada ölüm nedenlerinde birinci sırada yer almaktadır. Özellikle yapılan çalışmalarda düzenli bir şekilde siyah sarımsak tüketiminin insan sağlığına olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. Dünya sağlık örgütü verilerine göre dünyada kalp krizi, damar tıkanıklıkları, hipertansiyon ve felç gibi durumların görülme sıklığı giderek artmaktadır (WHO, 2017). Siyah sarımsak kan lipid seviyelerinin düşmesine fayda sağlarken (Seo *ve ark.*, 2009; Jung *ve ark.*, 2014; Ergin, 2019; Jung *ve ark.*, 2011), diyabet ve obeziteye karşı da etkili olmaktadır. Yapılan bir çalışmada, siyah sarımsak tüketimi ile kolesterol seviyesinin 250 mg/dL'den 200 mg/dL'ye düştüğü belirlenmiştir (Ergin, 2019; SGH, 2011). Lee *ve ark.* (2009), fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, Tip 2 diyabetli üç haftalık farelere %5 sarımsak/siyah sarımsak içeren diyet uygulamış, antioksidan ve karaciğerde yağlanma etkilerine bakmışlardır. Çalışma

sonucunda siyah sarımsağın güçlü antioksidan etki gösterdiği, karaciğer yağlanması ve diyabete karşı önleyici etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Kim *ve ark.* (2012), yaptıkları çalışmada 100 mg/kg siyah sarımsağın vücutta yağ miktarını ve lipid peroksidasyonunu azalttığını belirlemişlerdir.

Diğer taraftan siyah sarımsağın antialerjik etki gösterdiği belirtilmektedir. Yapılan bir çalışmada farelere siyah sarımsak ekstraktı (66,7 mg/kg) verildiğinde antialerjik etki gösterdiği belirlenmiştir. İmmunoglobulin E ile ilişkili anaflaktik reaksiyonları azalttığı görülmüştür. Siyah sarımsağın bağışıklık sistemini güçlendirmesinin sebebinin içerisinde bulunan allisin ve S-allilsisteinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Allisin ve S-allilsistein antimikrobiyal etki gösterdiği ve vücudu enfeksiyonlara karşı koruduğu da ifade edilmektedir (Şekil 1) (Wang *ve ark.*, 2010).

Sonuç

Sarımsak tüketiminin yeterli düzeyde olmamasının sebebi içerdiği kükürtlü bileşikler ve uçucu yağlardan kaynaklanan arzu edilmeyen keskin kokusudur. Siyah sarımsak, taze sarımsağa farklı işlemler uygulanarak elde edilen bir üründür. Siyah sarımsağın kokusuz ve tatlı bir tadının olmasının yanı sıra zengin antioksidan aktivite, vitamin, mineral ve fenolik maddeye sahip olması ona alternatif fonksiyonel bir ürün niteliği kazandırmakta ve sarımsağı tüketmeyen kişiler için avantajlı hale getirmektedir. Ülkemizde siyah sarımsak fazla bilinmemektedir bu yüzden tüketimi de oldukça azdır. Siyah sarımsağın tüketicilere tanıtımı ve tüketiminin yaygınlaştırılması ile hem üreticilerin katma değerli bir ürün üreterek gelirlerinin artmasına katkı sağlanmış olunacak hem de sağlığa olan olumlu etkilerinden daha fazla sayıda insan



Şekil 1. SAC'in insan sağlığına etki mekanizması (Yudhistira ve ark., 2022).

faaydalanacaktır. Gıda alanında siyah sarımsağın yenilikçi bir konu olması sebebiyle kalitesinin artırılmasına yönelik ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – İ.G.Ş., H.İ.B.; Tasarım – İ.G.Ş., H.İ.B.; Denetleme – İ.G.Ş., H.İ.B.; Kaynaklar – İ.G.Ş., H.İ.B.; Malzemeler – İ.G.Ş., H.İ.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – İ.G.Ş., H.İ.B.; Analiz ve/veya Yorum – İ.G.Ş., H.İ.B.; Literatür Taraması – İ.G.Ş., H.İ.B.; Yazıyı Yazan – İ.G.Ş., H.İ.B.; Eleştirel İnceleme – İ.G.Ş., H.İ.B.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – İ.G.Ş., H.İ.B.; Design – İ.G.Ş., H.İ.B.; Supervision – İ.G.Ş., H.İ.B.; Resources – İ.G.Ş., H.İ.B.; Materials – İ.G.Ş., H.İ.B.; Data Collection and/or Processing – İ.G.Ş., H.İ.B.; Analysis and/or Interpretation – İ.G.Ş., H.İ.B.; Literature Search – İ.G.Ş., H.İ.B.; Writing Manuscript – İ.G.Ş., H.İ.B.; Critical Review – İ.G.Ş., H.İ.B.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Ahmed, T., & Wang, C. K. (2021). Black garlic and its bioactive compounds on human health diseases: A review. *Molecules*, 26(16), 5028. [CrossRef]
- Akan, S. (2014). Siyah sarımsak. *Gıda*, 39(6).
- Alihanoglu, S., Karaaslan, M., & Vardin, H. (2017). Novel nutritive garlic product "Black Garlic": A critical review of its composition, production and bioactivity. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(3), 57–63.
- Ayaz, E., & Alpsoy, H. C. (2007). Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitolojii Dergisi*, 31(2), 145–149.
- Bae, S. E., Cho, S. Y., Won, Y. D., Lee, S. H., & Park, H. J. (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black

garlic during heat treatment. *LWT – Food Science and Technology*, 55(1), 397–402. [CrossRef]

Dong, M., Yang, G., Liu, H., Liu, X., Lin, S., Sun, D., & Wang, Y. (2014). Aged black garlic extract inhibits HT29 colon cancer cell growth via the PI3K/Akt signaling pathway. *Biomedical Reports*, 2(2), 250–254. [CrossRef]

Eidi, A., Eidi, M., & Esmaili, E. (2006). Antidiabetic effect of garlic (*Allium sativum* L.) in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytomedicine*, 13(9–10), 624–629. [CrossRef]

Ergin, S. (2019). Siyah sarımsağın İnsan sağlığına Yararları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(7), 940–945.

Jang, E. K., Seo, J. H., & Lee, S. P. (2008). Physiological activity and anti-oxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 40(4), 443–448.

Jeong, Y. Y., Ryu, J. H., Shin, J. H., Kang, M. J., Kang, J. R., Han, J., & Kang, D. (2016). Comparison of anti-oxidant and anti-inflammatory effects between fresh and aged black garlic extracts. *Molecules*, 21(4), 430. [CrossRef]

Jing, H. (2020). Black garlic: Processing, composition change, and bioactivity. *eFood*, 1(3), 242–246. [CrossRef]

Jung, E. S., Park, S. H., Choi, E. K., Ryu, B. H., Park, B. H., Kim, D. S., Kim, Y. G., & Chae, S. W. (2014). Reduction of blood lipid parameters by a 12-wk supplementation of aged black garlic: A randomized controlled trial. *Nutrition*, 30(9), 1034–1039. [CrossRef]

Jung, Y. M., Lee, S. H., Lee, D. S., You, M. J., Chung, I. K., Cheon, W. H., Kwon, Y. S., Lee, Y. J., & Ku, S. K. (2011). Fermented garlic protects diabetic, obese mice when fed a high-fat diet by antioxidant effects. *Nutrition Research*, 31(5), 387–396. [CrossRef]

Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1).

Kim, I., Kim, J. Y., Hwang, Y. J., Hwang, K. A., Om, A. S., Kim, J. H., & Cho, K. J. (2011). The beneficial effects of aged black garlic extract on obesity and hyperlipidemia in rats fed a high-fat diet. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(14), 3159–3168.

Kim, J. H., Nam, S. H., Rico, C. W., & Kang, M. Y. (2012). A comparative study on the antioxidative and anti-allergic activities of fresh and aged black garlic extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 1176–1182. [CrossRef]

Kimura, S., Tung, Y. C., Pan, M. H., Su, N. W., Lai, Y. J., & Cheng, K. C. (2017). Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 62–70. [CrossRef]

Lee, Y. M., Gweon, O. C., Seo, Y. J., Im, J., Kang, M. J., Kim, M. J., & Kim, J. I. (2009). Antioxidant effect of garlic and aged black garlic in animal model of type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Research and Practice*, 3(2), 156–161. [CrossRef]

- Martínez-Casas, L., Lage-Yusty, M., & López-Hernández, J. (2017). Changes in the aromatic profile, sugars, and bioactive compounds when purple garlic is transformed into black garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(49), 10804–10811. [CrossRef]
- Özaydin, A. G., Arin, E., & Önem, E. (2020). Türk Mutfağında yeni bir fonksiyonel gıda olarak siyah sarımsak (*Allium sativum* L.): Fenolik madde içeriği ve Bakteriyel İletişim (quorum sensing) üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 18(1), 27–35. [CrossRef]
- Qiu, Z., Zheng, Z., Zhang, B., Sun-Waterhouse, D., & Qiao, X. (2020). Formation, nutritional value, and enhancement of characteristic components in black garlic: A review for maximizing the goodness to humans. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 801–834. [CrossRef]
- Rasul Suleria, H. A., Sadiq Butt, M., Muhammad Anjum, F., Saeed, F., Batool, R., & Nisar Ahmad, A. (2012). Aqueous garlic extract and its phytochemical profile; special reference to antioxidant status. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(4), 431–439. [CrossRef]
- Sasaki, J. I., Lu, C., Machiya, E., Tanahashi, M., & Hamada, K. (2007). Processed black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance anti-tumor potency against mouse tumors. *Energy (kcal/100 g)*, 227, 138.
- Sato, E., Kohno, M., & Niwano, Y. (2006). Increased level of tetrahydro- β -carboline derivatives in short-term fermented garlic. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(4), 175–178. [CrossRef]
- Seo, Y. J., Gweon, O. C., Im, J. E., Lee, Y. M., Kang, M. J., & Kim, J. I. (2009). Effect of garlic and aged black garlic on hyperglycemia and dyslipidemia in an animal model of type 2 diabetes mellitus. *Preventive Nutrition and Food Science*, 14(1), 1–7. [CrossRef]
- Singapore General Hospital (2011). *Health magic in black garlic*. Erişim Adresi <https://www.sgh.com.sg/about-us/newsroom/News-ArticlesReports/Pages/Healthmagicinblackgarlic.aspx>. Erişim Tarihi: (22.06.2022).
- Toledano-Medina, M. A., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Rojas, R., & Merinas-Amo, T. (2016). Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, 199, 135–139. [CrossRef]
- Wang, D., Feng, Y., Liu, J., Yan, J., Wang, M., Sasaki, J. I., & Lu, C. (2010). Black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance the immune system. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 4(1), 37–40.
- Yudhistira, B., Punthi, F., Lin, J. A., Sulaimana, A. S., Chang, C. K., & Hsieh, C. W. (2022). S-allyl cysteine in garlic (*Allium sativum*): Formation, biofunction, and resistance to food processing for value-added product development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(3), 2665–2687. [CrossRef]
- Zhang, Z., Lei, M., Liu, R., Gao, Y., Xu, M., & Zhang, M. (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39(1), 39–47. [CrossRef]

Some Properties of Selenium and Its Effects on Human Health

Selenyumun Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Şaban ÇELEBİ^{ID}
Büşra DURLU^{ID}
Veysel Fatih ÖZDEMİR^{ID}

Department of Animal Science,
College of Agriculture, Atatürk
University, Erzurum, Turkey



ABSTRACT

Selenium is an essential trace element that has a very important role in the homeostasis of the human body and the functioning of the immune system. It is known for its antioxidant properties and as a cofactor of many enzymes, such as glutathione peroxidase, which is an antioxidant enzyme in human metabolism. Selenium has a wide range of effects, assuring redox homeostasis, affecting hormone metabolism, especially thyroid hormones, and protecting the body against oxidative stress and inflammation. Although selenium is of vital importance for human health, deficiency and excess (toxicity) of selenium intake can cause significant health problems. Its deficiency causes cardiovascular diseases, neuromuscular diseases, cancer, infertility, diabetes, depression, and some immune diseases, while excessive selenium intake may result in the risks of liver diseases, deterioration in hematopoiesis, bone tissue deformation, some neurological disorders, and type 2 diabetes. Hence, optimum selenium consumption by taking into account factors such as age, gender, and physiological conditions of people is highly important. In this review, the importance, metabolism, daily needs, and sources of selenium were emphasized to set a source for the studies to be made on the subject.

Keywords: Human health, optimum Se intake, Selenium

ÖZ

Selenyum insan vücudunun homeostazı ve immun sistemin düzenli olarak çalışması için çok önemli role sahip olan esansiyel eser bir elementtir. İnsan metabolizmasında başta antioksidan enzimlerden olan glutatyon peroksidaz gibi pek çok enzimin kofaktörü olarak ve antioksidan özelliği ile bilinir. Selenyum, redoks homeostazı ile başta tiroid hormonları olmak üzere hormon metabolizmasını etkileyen, vücudu oksidatif strese ve inflamasyona karşı koruyan geniş bir etki alanına sahiptir. Selenyum insan sağlığı için hayati bir öneme sahip olmakla birlikte selenyum tüketiminin eksikliği ve fazlalığı (toksikite) önemli sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Eksikliği, kardiyovasküler hastalıklar, nöromusküler hastalıklar, kanser, infertilite, diyabet, depresyon ve bazı immun hastalıklara yol açarken, fazla selenyum alımı; karaciğer hastalıkları, hematopozde bozulma, kemik doku deformasyonları, bazı nörolojik bozukluklar ile diyabet tip-2 riski ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle insanların yaş, cinsiyet ve fizyolojik durumları gibi faktörlerin de göz önüne alınarak, optimum selenyum tüketimi büyük önem taşımaktadır. Bu derleme çalışmasında konu ile ilgili yürütülecek yeni çalışmalara kaynak oluşturmak amacıyla, selenyumun önemi, metabolizması, günlük ihtiyaç ve kaynakları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnsan sağlığı, optimum Se alımı, Selenyum

Introduction

Leading a healthy life is under the influence of some factors such as heredity, environmental conditions, and nutrition. Nutrition maintains many metabolic and physiological functions of the organism in a healthy way and has a direct effect on the life span. A healthy life, growth, development, and continuity of bodily and physical functions are only possible with an adequate and balanced diet (Çelebi & Karaca, 2006, 2008). A healthy, balanced, and adequate diet can be achieved by taking adequate and appropriate proportions of protein, carbohydrates, lipids, vitamins, and minerals from the foods consumed. One of the minerals required for a healthy diet is selenium (Se), which has many critical functions in metabolism and is an essential trace mineral. This mineral is named after Selene, the ancient

Geliş Tarihi/Received: 16.12.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 15.02.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Corresponding author/Sorumlu Yazar:
Büşra DURLU
E-mail: busradml@gmail.com

Cite this article as: Çelebi, Ş., Durlu, B., & Özdemir, V. F. (2023). Some properties of selenium and its effects on human health. *Food Science and Engineering Research*, 2(1), 6-10.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Greek goddess of the moon. Selenium was discovered in 1817 by the Swedish chemist Berzelius, known as one of the founders of modern chemistry (Ilgin et al., 2010). Although the toxic effect of Se was noticed in the middle of the 19th century, its importance in nutrition as an essential element was first noticed in 1957 when it was seen that it prevented liver necrosis in rats with vitamin E deficiency (Akkuş et al., 1991; Aksoy et al., 2000).

Selenium is an element commonly found in nature. It is obtained as an intermediate product during the purification of metal ores, especially copper. Selenium in group VI A of the periodic table shows great similarity with sulfur in the same group in terms of physical and chemical properties. It is found in nature as -2 , 0 , $+4$, and $+6$ valence compounds. H_2SeO_3 and H_2SeO_4 , which are inorganic forms of Se; analogous to hydrogen sulfide, sulfites and sulfates however, selenoamino acids such as Se-methionine, Se-cysteine, Se-cystine and other organic Se compounds such as selenogluthathione, dimethylselenide, trimethylselenium are generally less stable and more reactive than their sulfur analogues. Selenium is found in a wide range of concentrations in various geological materials such as water, soil, and rocks, but its distribution varies widely (Hincal & Ataçeri, 1989). Accumulation of Se above 50 ppm in plants has a toxic effect. Therefore, the consumption of these plants, which contain high levels of Se, poses a danger to living beings (Gissel-Nielsen et al., 1984). The amount of Se in plants varies greatly depending on the type of soil and plant in which they grow. Although Se is found in every region of the world, its distribution varies greatly between regions. Grassland plants contain twice as much Se as grains. Crucifers contain about two to five times as much Se as meadow plants and cereals. The pH of the soil affects its selenite fixation. Alkaline, dehydrated, and dry soils contain toxic levels of Se. Since selenate compounds are soluble in these soils, they are easily taken up by plants growing in these soils (Alloway, 1973). The regions where it is most common are the USA, Ireland, some parts of China, and Turkestan. Plants that accumulate toxic levels of Se and are able to grow on these seleniferous soils have evolved tolerance to Se. Between 20,000 and 30,000 ppm, Se can accumulate in the dry matter of these plants that are called Se hyperaccumulators.

Selenium, which has major importance for metabolism, is included in metabolism through nutrition by passing from soil to plants in the food chain. Nutritional functions of Se in humans are provided by selenoproteins containing Se in their structure (Uslu & Aktaç, 2020). Proteins containing a Se compound in their active site are defined as selenoproteins, and these proteins absolutely need a Se compound to function. It is estimated that there are around 100 selenoprotein compounds in the human body, but only 30 of them have been identified, and the biological functions of these have not been fully determined yet (Bal et al., 2015; Kangalgil & Yardımcı, 2017). Among these, glutathione peroxidase (GPx) is the selenoprotein whose physiological functions are the most well-known. Besides having antioxidant effects and taking part in plasma Se transport, these selenoproteins are also the biomarkers that best reflect the plasma Se level. Glutathione peroxidase is a powerful Se-bound antioxidant enzyme found in many tissues in mammals that protects cells from oxidative stress and contains 4 atoms of Se that best reflect the level of plasma Se (Kasnak & Palamutoğlu, 2015; Rayman, 2000; Sung, 2000). This enzyme is a component of a multi-component antioxidant defense system, such as catalase, superoxide dismutase, and vitamin E, which protects the cell tissues and therefore the organism against oxidative stress. In this system, it protects polyunsaturated fatty

acids, phospholipids containing saturated fatty acids, critical proteins, and deoxyribonucleic acid in the cell against the harmful effects of free radicals formed as a result of biological oxidation in the cell. The GSH-Px reduces hydrogen peroxide (H_2O_2) to water, which is formed as a result of biological oxidation and some metabolic reactions in cells, and which combines with a free radical, superoxide anion (O^-), to form a much stronger free radical hydroxyl (OH^\cdot). $H_2O_2 + GSH \xrightarrow{GSH-Px} GSSH + 2H_2O$ prevents the formation of the more dangerous OH^\cdot . Likewise, GSH-Px, which provides the reduction of hydroperoxides ($ROOH + 2GSH \xrightarrow{GSH-Px} GSSH + ROH + H_2O$), is mostly cytosolic and is also found in mitochondria (Çaylak, 2011; Çelebi et al., 2016). The GSH-Px is also the most important biomarker for determining body Se level because more than 60% of Se in plasma is in GSH-Px. Also, in addition to antioxidant enzymes such as GPx and selenoprotein P, Se also takes part in the functions of enzymes that take a role in more specialized biochemical events such as iodine deiodinase, which plays a role in the metabolism of thyroid hormones, GPx-4, which plays a role in spermatogenesis, and selenophosphate synthetase-2, which plays a role in the biosynthesis of selenoproteins (Kangalgil & Yardımcı, 2017; Xia et al., 2010). In addition, Se, with its antioxidant effect, provides cell integrity, protects endothelial cells from hydroxynitric damage, reduces the activities of many reactive oxygen species such as H_2O_2 and lipid hydroperoxide, protects immune cells and therefore the immune system from oxidative damage, reduces cytokine release, and functions in many metabolic events such as prostaglandin and leukotriene metabolism in some tissues (Hincal & Ataçeri, 1989; Kangalgil & Yardımcı, 2017).

The current review discusses the biological functions, metabolism, needs, and health benefits of Se, and diseases resulting from the deficiency and toxicity of this trace mineral, along with its distribution in different regions of the world. This study is a significant source for the studies to be carried out on the effects of Se on health.

Selenium Metabolism

Selenium is a trace element that is taken by diet. Since biological systems are not able to fully distinguish selenites and sulfides, there is competition between the absorptions of Se and S. Selenium absorption is quite high as it occurs via active transport similar to selenomethionine analogues (Stadtman, 1980). The protein content of the diet with vitamins A, E, and C increases the absorption of Se (Robinson & Thomson, 1983). Likewise, it has been reported that organic forms of Se such as selenomethionine, methylselenocysteine, and γ -glutamyl methyl selenocysteine obtained through natural sources have higher bioavailability than inorganic forms such as sodium selenite (Davis et al., 2017). Pérez-Corona et al. (2011) reported that the absorption of Se in organic form from the intestines is 85%–95%, while Se in inorganic form is only 10%. Selenium absorbed from the intestines is transported to the liver, where Se is metabolized and selenoproteins are synthesized by binding to erythrocytes, glutathione, globulin, and albumin in the plasma (Fairweather-Tait et al., 2011) and from there through the blood to organs and tissues such as the pancreas, kidneys, testicles, and thyroid glands (Combs et al., 2011). However, in order for Se to bind to plasma proteins, it must initially be uptaken by erythrocytes and metabolized by reduced glutathione to be reduced to H_2Se . Following reduction, free Se binds to plasma proteins and is transported to the liver. The liver has a central

role in the metabolism of Se. Selenium is used for the synthesis of selenocysteine, an amino acid found in the active sites of selenoenzymes (Seale et al., 2018). Selenoprotein-P comprises approximately 60% of Se in plasma and acts as the main carrier protein (Ilgin et al., 2010). An adult human body contains about 2–20 mg of Se. The selenium level of the human body is estimated by measuring the Se levels of tissues such as urine, hair, and nails. Under physiological uptake conditions, the homeostasis of Se in the body is regulated through urine. Due to its high solubility, 20%–50% of the Se excreted in the urine is in the form of $(\text{CH}_3)_3\text{Se}^+$. But, $(\text{CH}_2)_3\text{Se}$, which has volatile properties, is excreted through the lungs. However, the excretion of Se in this way is important in case of high Se uptake (Hincal & Ataçeri, 1989).

The main source of Se is dietary nutrients, and in some regions and countries, drinking water also contains small amounts of Se. For example, 3.5 $\mu\text{g/L}$ Se is reported in drinking water in the USA. There is insignificant level of Se in the air in terms of nutrition (Roman et al., 2014). Selenium is found in two organic forms: selenocysteine in foods of animal origin and selenomethionine in foods of plant origin. It is estimated that approximately 50% of Se in the diet is selenomethionine (Kangalgil & Yardımcı, 2017). The amount of Se contained in plants varies greatly according to the condition of the soil they grow and the type of plant. For example, meadow plants contain two times more Se than cereals, while citrus fruits contain four to five times more Se than meadow plants and cereals (Gissel-Nielsen et al., 1984). The inorganic sources of Se in diet are substances in the form of salts such as sodium selenite and sodium selenate. These inorganic compounds are generally used to increase the Se content of foods. However, their absorption is lower than the Se in organic form (Cardoso et al., 2016). Table 1 shows the Se contents of some animal and plant foods.

Selenium Needs

Selenium is one of the essential elements that have a very important role in the homeostasis of the human body and the regular functioning of the immune system. However, scientific studies have shown that taking this element more or less than needed causes important health problems (Holben & Smith, 1999). Selenium deficiency causes a decrease in the activity of GPx which is an antioxidant enzyme activated by this element, and this situation results in an increase in the amount of H_2O_2 , which is a free radical. As a result, it causes inflammation and could result in the initiation of many health problems such as diabetes, depression, and cardiovascular diseases. On the other hand, excessive intake of this element causes many other health problems such as hair loss, nail loss, bone deformation, diarrhea, nausea, fatigue, irritability, anemia, and reproductive disorders (Sur et al., 2020). Considering such disorders, it is of great importance to determine the Se need carefully.

Selenium needs of people vary according to age, gender, physiological condition, and nutritional habits. For example, a breast-feeding woman has a higher Se requirement than a woman of the same age. The World Health Organization recommends that a daily intake of 400–700 μg of Se will cause toxic effects, and the amount of Se that an adult should consume must not exceed 70 $\mu\text{g/day}$ (Kieliszek & Błażejczak, 2013). Recommended daily intakes of Se according to age, gender, and physiological status are presented in Table 2.

Table 1.
Selenium Contents of Some Animal and Plant Foods ($\mu\text{g}/100\text{g}$) (TÜRKOMP, 2021)

Food	Se Content (μg)	Food	Se Content (μg)
Edible offal (calf's kidney)	155.3	Ostrich meat (leg)	21.7
Lentil (green/dry)	102.0	Cheese (goat)	21.0
Mussel (black)	48.9	Needlefish	20.8
Sardine (canned)	47.5	Sesame	19.8
Anchovy (canned)	46.6	Cowpea (dry)	19.0
Tuna (canned)	43.9	Linseed (dry)	18.8
Sesame seed (dry)	40.8	Pea nut (dry)	17.0
Lentil (red/dry)	40.4	Rabbit meat (unhidebound)	16.6
Acorn	39.2	Mushroom (cultivated)	15.0
Turbot	37.8	Chub	14.9
Goat meat (Fore shank)	35.6	Pea (dry)	11.8
Red mullet fish	33.3	Oat (White)	9.4
Saurel	31.2	Parsley (dry)	7.8
Chickpea (dry)	31.1	Barley (six-row)	6.6
LouferAQ:	28.8	Table salt (iodized)	6.1
Egg (Ostrich)	28.6	Tomatoes (dry)	5.6
Quail meat (unhidebound)	27.6	Pea (canned)	4.5
Shrimp	26.9	Vetch (dry)	4.5
Egg (hen)	26.9	Rye	3.8
Anchovy	26.4	Corn (flint, dry)	3.8
Haddock	23.4	Walnut (kernel, dry)	3.1
Broiler meat (wing)	22.8	Milk (cow)	2.5

Table 2.
Daily Selenium Requirement ($\mu\text{g}/\text{Day}$) by Age, Gender, and Physiological Status (TÜBER, 2015)

Age	Gender	Requirement ($\mu\text{g}/\text{Day}$)
1–3	Female	15
	Male	15
4–6	Female	20
	Male	20
7–10	Female	35
	Male	35
11–13	Female	55
	Male	55
14–15	Female	55
	Male	70
15–70	Female	70
	Male	70
>70	Female	70
	Male	70
Pregnant	Female	70
Lactating mother	Female	85

Deficiency and Toxicity of Selenium

Although Se is an essential element for human metabolism, excess or deficiency of Se intake can cause significant health problems. In order to lead a healthy life, avoid these health problems, and slow down the aging process, daily Se intake should be at a sufficient level. As with many other nutrients, the need for Se varies depending on factors such as age, gender, and physiological condition. Therefore, the fine line between deficiency and toxic concentration of dietary Se amount should be considered (Vinceti et al., 2017). Results of studies on the subject indicate that the minimum amount of Se required for the absence of symptoms related to Se deficiency in humans is 10 µg/day, and the maximum tolerable amount is 400 µg/day (Mueller et al., 2009). Rocourt and Cheng (2013) reported that normal plasma Se level should be around 125 ng/mL on average, if it falls below 100 ng/mL, Se deficiency and if it exceeds 125 ng/mL, selenosis (toxicity) occurs.

Selenium deficiency is frequently seen in countries where soils are poor in Se, such as Siberia and some parts of China (Mistry et al., 2013). Its deficiency can cause functional and structural disorders in many organs and systems. Diseases frequently seen as a result of Se deficiency are diarrhea, cardiovascular diseases, arrhythmia, stroke, sudden infant death, male infertility, gastrointestinal and prostate cancers, neuropathy, aging, diabetes, thyroid hormone diseases, autoimmune diseases, depression, neurodegenerative diseases, and inflammation (Hendricks et al., 2013; Kangalgil & Yardımcı, 2017; Mistry et al., 2012; Rayman, 2000; Roman et al., 2014; Ruseva et al., 2013). On the other hand, cardiomyopathy (Keshan disease) and endemic osteoarthropathy (Kashin–Beck disease) are also common disorders seen in Se deficiency (Chen, 2012).

Keshan disease is congestive cardiomyopathy in women of reproductive age and children over the age of 10 (Chen, 2012). It was determined that the Se levels in the hair, nails, and blood of the people with Keshan disease were lower than the control groups and the Gpx activities were also reduced. Kashin–Beck disease is characterized by shortening of the fingers and toes and rheumatoid arthritis-like changes. Due to oxidative stress, joint lesions can lead to cartilage necrosis and bone deformations in the future. This disease is more common in 13-year-old age groups than in other age groups (Akkuş et al., 1991; Navarro-Alarcon & Cabrera-Vique, 2008). It is reported that a minimum of 30 mg of Se should be consumed daily for the prevention of Keshan and Kashin–Beck diseases (Simmer et al., 1990). As with Se deficiency, the geographic region is also important in the high intake of this mineral. In countries and regions such as India where the soil contains a high amount of Se, high levels of Se uptake and a blood Se concentration of more than 100 mg/dL cause toxicity (Selenosis) (Uslu & Aktaç, 2020). High levels of Se in the blood show pro-oxidant properties and cause DNA damage by inducing free radical production. In addition, high levels of Se replace the sulfates in the thiol (SH) groups found in proteins that repair DNA, causing them to become inactive. Likewise, when Se is taken at high levels, it replaces the sulfides in the structure of sulfoproteins and can also lead to the inhibition of respiratory enzymes such as NADH dehydrogenase, succinate dehydrogenase, and cytochrome oxidase, which are especially involved in oxidative phosphorylation (Sur et al., 2020).

Selenium toxicity can occur acutely or chronically. Symptoms such as gastrointestinal pain, muscle aches, fatigue, weakness,

nausea, vomiting, and diarrhea seen in acute selenosis can be seen together with serious toxic effects such as neurological dysfunctions (Fordyce, 2013; Navarro-Alarcon & Cabrera-Vique, 2008; Sur et al., 2020). In chronic excess Se exposure, many symptoms such as liver damage, deterioration in hematopoiesis, hair loss, infertility, nail breakage, skin redness, garlic-like bad breath, bone deformations, tooth decay, and neurological disorders are observed (Davis et al., 2017; Duntas & Benvenega, 2015; Li et al., 2012; Nazemi et al., 2012; Spiller & Pfeifer, 2007). In addition, Drutel et al. (2013) reported that high levels of Se intake, even for therapeutic purposes, have a significant toxic effect on the endocrine system and increase the risk of type 2 diabetes.

Conclusion and Recommendations

Selenium plays a role in the metabolism of thyroid hormones and the endocrine system, which have an important role in brain development, continuity of brain functions, and the regulation of the body's metabolic rate. In addition, it is one of the basic components of many main metabolic pathways such as the antioxidant defense system and the immune system, the reproductive system, the musculoskeletal system, and the continuity of liver and kidney functions. It is only possible for the aforementioned mechanisms to fulfill their functions by taking sufficient daily Se. Sources of Se in diet are selenoproteins containing selenocysteine and selenomethionine.

Attention should be paid to the amount of foods consumed and the Se content of these foods in the daily intake of Se because it is very important to consume a sufficient amount of Se daily in order to fulfill its functions. According to the Turkish dietary guidelines, a daily average of food containing an average of 70 µg Se is recommended for adult women and men. In addition, in the treatment of diseases related to Se deficiencies, the type, amount, and duration of treatment should be well-adjusted. Otherwise, in long-term overconsumption, the blood Se level may increase in excessive amounts and cause serious toxic effects.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Design – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Supervision – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Resources – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Materials – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Data Collection and/or Processing – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Analysis and/or Interpretation – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Literature Search – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Writing Manuscript – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Critical Review – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Tasarım – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Denetim – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Kaynaklar – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Malzemeler – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Literatür Taraması – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Yazıyı Yazan – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.; Eleştirel İnceleme – Ş.Ç., B.D., V.F.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

References

- Akkuş, İ., Şekeroğlu, R., Üner, A., Aköz, M., & Kurt, E. (1991). Selenyum: Dağılışı, metabolizması ve fizyopatolojisi. *Su Ürünleri Tıp Fakültesi Dergisi*, 4, 547–545.
- Aksoy, A., Macit, M., & Karaoğlu, M. (2000). Hayvan besleme. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yay*, 220.
- Allaway, W. H. (1973). Selenium in the food chain. *Cornell Veterinarian*, 63(2), 151–170.
- Bal, C., Büyükekerici, M., Ercan, M., Hocaoğlu, A., Çelik, H. T., Abuşoğlu, S., Tutkun, E., & Yılmaz, Ö. H. (2015). Farklı selenyum seviyelerinin tiroid hormon sentezi üzerine etkisi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 72(4), 311–316.
- Çaylak, E. (2011). Oxidative stress and antioksidants in the animals and the plants. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 73–83.
- Çelebi, Ş., & Karaca, H. (2006). Egg nutritional value, cholesterol content and studies on the nutritionally enriched egg with n-3 PUFAs. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 257–265.
- Çelebi, Ş., & Kaya, A. (2008). The biological properties of conjugated linoleic acid and the studies to increase its level in animal products. *Hayvansal Üretim*, 49(1), 62–68.
- Çelebi, Ş., Kaya, A., & Kaya, H. (2016). The effect of dietary garlic powder supplementation on some antioxidant enzyme levels in yolk, blood, liver, chest and thigh of laying hens. *Indian J Ani Res* 5, pp. 32–40.
- Chen, J. (2012). An original discovery: Selenium deficiency and Keshan disease (an endemic heart disease). *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 21(3), 320–326.
- Combs, G. F., Watts, J. C., Jackson, M. I., Johnson, L. K., Zeng, H., Scheett, A. J., Uthus, E. O., Schomburg, L., Hoeg, A., Hoefig, C. S., Davis, C. D., & Milner, J. A. (2011). Determinants of selenium status in healthy adults. *Nutrition Journal*, 10(1), 75. [CrossRef]
- Davis, T. Z., Tiwary, A. K., Stegelmeier, B. L., Pfister, J. A., Panter, K. E., & Hall, J. O. (2017). Comparative oral dose toxicokinetics of sodium selenite and selenomethionine. *Journal of Applied Toxicology*, 37(2), 231–238. [CrossRef]
- Fairweather-Tait, S. J., Bao, Y., Broadley, M. R., Collings, R., Ford, D., Hesketh, J. E., & Hurst, R. (2011). Selenium in human health and disease. *Antioxidants and Redox Signaling*, 14(7), 1337–1383. [CrossRef]
- Gissel-Nielsen, G., Gupta, U. C., Lamand, M., & Westermarck, T. (1984). Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition. *Advances in Agronomy*, 37, 397–460. [CrossRef]
- Hendrickx, W., Decock, J., Mulholland, F., Bao, Y., & Fairweather-Tait, S. (2013). Selenium biomarkers in prostate cancer cell lines and influence of selenium on invasive potential of PC3 cells. *Frontiers in Oncology*, 3, 239. [CrossRef]
- Hincal, F., & Ataçeri, N. (1989). The role of selenium on human health. *Fabad Journal of Pharmaceutical Science*, 14, 23–38.
- Holben, D. H., & Smith, A. M. (1999). The diverse role of selenium within selenoproteins: A review. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(7), 836–843. [CrossRef]
- Kangalgil, M., & Yardımcı, H. (2017). Effects of selenium on human health and its relationship with diabetes mellitus. *Bozok Tıp Dergisi*, 7(4), 66–71.
- Kasnak, C., & Palamutoğlu, R. (2015). Classification and human health effects of natural antioxidants. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5), 226–234.
- Kieliszek, M., & Błażej, S. (2013). Selenium: Significance, and outlook for supplementation. *Nutrition*, 29(5), 713–718. [CrossRef]
- Mistry, H. D., Broughton Pipkin, F. B., Redman, C. W., & Poston, L. (2012). Selenium in reproductive health. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 206(1), 21–30. [CrossRef]
- Mueller, A. S., Mueller, K., Wolf, N. M., & Pallauf, J. (2009). Selenium and diabetes: An enigma? *Free Radical Research*, 43(11), 1029–1059. [CrossRef]
- Navarro-Alarcon, M., & Cabrera-Vique, C. (2008). Selenium in food and the human body: A review. *Science of the Total Environment*, 400(1–3), 115–141. [CrossRef]
- Nazemi, L., Nazmara, S., Eshraghyan, M. R., Nasser, S., Djafarian, K., Yunesian, M., Sereshti, H., Moameni, A., & Shahtaheri, S. J. (2012). Selenium status in soil, water and essential crops of Iran. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 9(1), 11. [CrossRef]
- Pérez-Corona, M. T., Sánchez-Martínez, M., Valderrama, M. J., Rodríguez, M. E., Cámara, C., & Madrid, Y. (2011). Selenium biotransformation by *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* during white wine manufacture: Laboratory-scale experiments. *Food Chemistry*, 124(3), 1050–1055. [CrossRef]
- Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *Lancet*, 356(9225), 233–241. [CrossRef]
- Rita Cardoso, B. R., Apolinário, D., Da Silva Bandeira, V., Busse, A. L., Magaldi, R. M., Jacob-Filho, W., & Cozzolino, S. M. F. (2016). Effects of Brazil nut consumption on selenium status and cognitive performance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled pilot trial. *European Journal of Nutrition*, 55(1), 107–116. [CrossRef]
- Robinson, M. F., & Thomson, C. D. (1983). The role of selenium in the diet. *Nutrition Abstracts and Reviews*, 53, 3–26.
- Rocourt, C. R., & Cheng, W. H. (2013). Selenium supranutrition: Are the potential benefits of chemoprevention outweighed by the promotion of diabetes and insulin resistance? *Nutrients*, 5(4), 1349–1365. [CrossRef]
- Roman, M., Jitaru, P., & Barbante, C. (2014). Selenium biochemistry and its role for human health. *Metallomics*, 6(1), 25–54. [CrossRef]
- Seale, L. A., Ha, H. Y., Hashimoto, A. C., & Berry, M. J. (2018). Relationship between selenoprotein P and selenocysteine lyase: Insights into selenium metabolism. *Free Radical Biology and Medicine*, 127, 182–189. [CrossRef]
- Simmer, K., & Thompson, R. P. H. (1990). Trace elements. In R. D. Cohen, B. Lewis, K. G. M. M. Alberti & A. M. Denman (Eds.). *The metabolic and molecular basis of acquired disease*, 1 (pp.675–677). Baillière Tindall.
- Simsir, I. Y., & Ozgen, A. G. (2010). The thyroid and the selenium/tiroid ve selenyum. *Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism*, 14, 76–80.
- Stadtman, T. C. (1980). Selenium-dependent enzymes. *Annual Review of Biochemistry*, 49(1), 93–110. [CrossRef]
- Sunay, M. (2010). Selenyum ve vitamin E'nin prostat Kanseri riski üzerine etkileri. *Türk Üroloji Seminerleri/Turkish Urology Seminars*, 1(6), 164–167. [CrossRef]
- Sur, Ü., Erkekoğlu, P., & Koçer Gümüşel, B. (2020). Selenyum, Selenoproteinler ve Hashimoto Tiroiditi. *Fabad Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(1), 45–63.
- TÜBER. (2015). *Türkiye beslenme rehberi. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. Sağlık Bakanlığı Yayınları.*
- TÜRKOMP. (2021). Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı. Retrieved from <http://www.turkomp.gov.tr/database>
- Uslu, B., & Aktaç, Ş. (2020). Selenyum ve depresyon üzerine etkileri. *European Journal of Science and Technology*, 20, 147–151.
- Vinceti, M., Filippini, T., Cilloni, S., Bargellini, A., Vergoni, A. V., Tsatsakis, A., & Ferrante, M. (2017). Health risk assessment of environmental selenium: Emerging evidence and challenges (Review). *Molecular Medicine Reports*, 15(5), 3323–3335. [CrossRef]
- Xia, Y., Hill, K. E., Li, P., Xu, J., Zhou, D., Motley, A. K., Wang, L., Byrne, D. W., & Burk, R. F. (2010). Optimization of selenoprotein P and other plasma selenium biomarkers for the assessment of the selenium nutritional requirement: A placebo-controlled, double-blind study of selenomethionine supplementation in selenium-deficient Chinese subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 92(3), 525–531. [CrossRef]

Farklı Emülgatörlerin Yoğurt Dondurmasının Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi

The Quality of Yogurt Ice Cream Made with Different Emulgators

Ceyda İPÇİOĞLU 
Salih ÖZDEMİR 

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü,
Erzurum, Türkiye



öz

Bu çalışmada yoğurt dondurması yapımında kullanılan farklı emülgatörlerin dondurmanın mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu çalışmada mikrobiyal starter kültür katılarak yoğurt üretilmiş ve bu yoğurda farklı emülgatörler katılarak 7 farklı yoğurt dondurması üretilmiştir. Yoğurt dondurması örneklerinin Total Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayısı 4,40 Log kob/g ile 4,91Log kob/g arasında değişmiştir. Tüm örneklerin maya ve küf sayısı 2,00 Log kob/g'ın altında koliform sayısı da <1 Log kob/g bulunmuştur. Dondurma örneklerinde asitlik derecesi %0,62 ile%0,71 arasında değişmiş ve ortalama %0,66 olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH derecesi ortalama 4,25 olarak tespit edilmiştir. Yoğurt dondurması örneklerinin hacim artış oranı %28,61 ile %39,37 arasında değişmiştir. Miks örneklerinin 50 rpm kayma hızındaki viskozitesi 771.30 cP ile 7728.95 cP arasında değişmiştir. Yoğurt dondurması örneklerinin L*-renk değeri 83,71 ile 93,02 arasında değişiklik göstermiştir. Emülgatör olarak lesitin ve monogliseridin birlikte katıldığı örneklerin sertliği diğer emülgatörlerden daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin ilk damlama süresi 10 dakika ile 32 dakika arasında değişiklik göstermiştir. Emülgatör olarak lesitin ve palsagaardın birlikte katıldığı örneklerin hacim artışı, diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Panelistler genellikle monogliserit katılan yoğurt dondurması örneklerini daha çok beğenmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, emülgatör, yoğurt, lesitin, palsagaard, monogliserit

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of different emulsifiers used in making yogurt ice cream on the microbiological, physical, chemical and sensory properties of ice cream. In addition, it was tried to determine the ideal emulsifier or emulsifier mixture that affects the quality of yogurt ice cream. In this study, yoghurt was produced with microbial starter culture and 7 different yoghurt ice creams were produced from yoghurt. Total Aerobic Mesophilic Bacteria (TAMB) count of the ice cream samples ranged from 4.40 Log cfu/g to 4.91Log cfu/g. Yeast and mold counts of all samples were below 2.00 Log cfu/g and coliform count was <1 Log cfu/g. The degree of acidity in ice cream samples varied between 0.62% and 0.71%, and the average was determined as 0.66%. The average pH of the samples was determined as 4.25. The volume increase rate of the yogurt ice cream samples varied between 28.61% and 39.37%. The viscosity of the mix samples at 50 rpm shear speed ranged from 771.30 cP to 7728.95 cP. The L* color value of the yogurt ice cream samples varied between 83.71 and 93.02. The hardness of the samples, in which lecithin and monoglyceride were added together as emulsifiers, were found to be higher than other emulsifiers. The first drip time of the samples ranged from 10 minutes to 32 minutes. The volume increase of the samples in which lecithin and palsagaard were added together as emulsifier was found higher than the other samples. Panelists generally liked the yogurt ice cream samples with monoglyceride added more.

Keywords: Ice Cream, emulsifier, yogurt, lecithin, palsagaard, monoglyceride

*Bu çalışma Ceyda İpçioğlunun Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

*This study was prepared from Ceyda İpçioğlu's Master Thesis.

Geliş Tarihi/Received: 20.02.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 10.03.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Gülşah Özdemir
E-posta: ozdemirs@atauni.edu.tr

Cite this article: İpçioğlu, C., & Özdemir, Y. S. (2023). The quality of yogurt ice cream made with different emulgators. *Food Science and Engineering Research*, 2(1), 11-17.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Yaygın olarak tüketilen yoğurt ve dondurma, bazı ortak noktaları paylaşmakta olup, aynı zamanda benzersiz beslenme etkilerini de korurlar. Dondurma, tipik olarak süt ve kremadan yapılan donmuş bir üründür. Dondurma esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli bir düzeyde içeren bir süt ürünüdür. Dondurmada sütün yapısındaki bileşenler daha da konsantre edilirken katılan katkı maddeleri de dondurmanın besleyici değerini süte göre önemli düzeyde artırmaktadır. Dondurma süte göre %12 ile %16 oranında daha fazla protein, 3-4 kat daha fazla yağ içermektedir. Bunun dışında şeker ve meyveler dondurmanın besin değerini artırmaktadır (Kesenkaş vd 2013). Yoğurt *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subs bulgaricus* adlı 2 laktik asit bakterisinin birlikte aktivasyonu sonucu elde edilen fermente bir süt ürünüdür.

Yoğurdun muhtemel yararları, yoğurt bakterilerinin hücre yıkımıyla bağışıklık sisteminin gelişmesi ve laktoz sindirimi, bağırsak florasının düzenlenmesi, zararlı ürünlerin dışarı atılması, kanserojenik son ürünlerin indirgenmesi ve antikarsinojenik, antimutajenik, serum kolesterolünü düşürücü, *Helicobacter*

pylori enfeksiyonlarında ve ülseratif kolitlerde iyileştirici ve besinsel kaynaklı patojenlerin çoğalmalarının bastırılmasında yoğurt önemli bir görev üstlenir (Shah 2007; Mahdian vd 2012). Yoğurdun biyolojik değeri oldukça yüksektir. Bu nedenle yoğurttan yapılan dondurmanın da besin değeri ve biyolojik değeri yüksek olacaktır (Tamime ve Robinson 1999). Ticari yoğurt dondurması 1960'lı yıllarda Kuzey Amerika'da geliştirilmiştir ve 1980'li yıllarda H. P. Hood tarafından "Forgurt" adıyla New England'da satışa çıkmıştır. Gıda endüstrisinde yenilikçi olarak bilinen Jarry Lovely Humpheerz 1998 yılında "Yogart" adıyla oluşan ilk paketlenmiş yoğurt dondurmasını geliştirmiştir (Tamime and Robinson, 1999). Yoğurt dondurması tüketiminin ve buna bağlı olarak süt ve süt ürünleri üretim oranları içerisindeki payının her geçen gün arttığı ve aynı oranda da süt ve süt ürünleri arasında üretim oranının arttığı bilinmektedir (Anonim 2014). En fazla yoğurt dondurması üreten ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 2013 yılında yoğurt dondurması üretimi bir önceki yıla oranla %8 oranında artarak, 80,35 milyon galona ulaşmıştır ve yoğurt dondurması üretiminden kaynaklanan toplam yıllık gelir yaklaşık 195 milyon dolar olmuştur (Anonim 2014).

Yoğurt dondurması hem yoğurdun yüksek besin değerini hem de dondurmanın lezzetli tadını taşımaktadır. Yoğurt dondurması, eşsiz lezzetini yoğurdun tat ve aroması ile şekerin bileşmesinden alır (Baer vd. 1997). Tüketiciler tarafından yoğurt dondurmasının tercih edilmesinin en önemli nedeni daha sağlıklı ve susamayı geciktirici bir gıda olmasındandır (Alves vd. 2009; Martins vd. 2014). Bu ürünün bileşimi farklı ülkelerdeki üretim teknolojileri, tüketici istekleri ve damak tadına, kullanılan sütün çeşidi ve bileşimi ile katkı maddelerine göre değişebilmektedir (Arbuckle vd. 1986). Karışımdaki yağ içeriği yoğurt dondurmasının kalitesini etkilemekte ve özellikle yağ oranındaki değişimler ile dondurmanın duyuşsal ve fiziksel niteliklerinde olumlu etkiler sağlanabilmektedir (Rezaei vd 2014).

Yoğurt dondurması başlıca üç şekilde imal edilmekte ve dolayısıyla bileşimi değişebilmektedir (Tablo 1). Buna göre, yağlı yoğurt dondurmasında % 3,25 süt yağı, % 8,25 yağsız süt kurumadresi ve % 0,5 titre edilebilir asitlik mevcuttur. Ticari yoğurt dondurması tiplerinin yaklaşık olarak bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Bileşim	Yoğurt Dondurma Tipleri		
	Yağlı	Az yağlı	Yağsız
Süt yağı	3.25 - 6.0	0.5-2.0	< 0.5
Yağsız süt kurumadresi	8.25 - 13.0	8.25 - 13.0	8.25 - 14.0
Şeker	15.0 - 17.0	15.0 - 17.0	15.0 - 17.0
Stabilizör ve Emülgatörler	0.50	0.60	0.60
Toplam kurumadde	30.0 - 33.0	29.0-32.0	28.0 - 31.0

Stabilizörler yoğurt dondurması karışımındaki serbest suyu bağlayarak jel yapısını korurlar (Amer vd. 2012). Yoğurt dondurması üretiminde kullanılan stabilizörlere karboksimetil selüloz, metil selüloz, keçiyoynuzu gamı, alginat ve karragenan örnek olarak verilebilir (Lallemmand vd. 2013). Endüstriyel üretimlerde dondurma yapımında emülgatör amaçlı olarak birçok madde kullanılmakla birlikte, en çok kullanılanlar lesitin ve yağ asitlerinin mono ve digliseridleridir. Ev veya küçük boyutlu üretimlerde yumurta sarısı da bu amaç için sıklıkla kullanılabilir. Stabilizörler yoğurt dondurması karışımındaki serbest suyu bağlayarak jel yapısını korurlar (Amer vd. 2012). Yoğurt dondurması üretiminde kullanılan stabilizörlere karboksimetil selüloz, metil selüloz, keçiyoynuzu gamı, alginat ve karragenan örnek olarak verilebilir (Lallemmand vd. 2013). Endüstriyel üretimlerde dondurma yapımında emülgatör amaçlı olarak birçok madde kullanılmakla birlikte, en çok kullanılanlar lesitin ve yağ asitlerinin mono ve digliseridleridir. Ev veya küçük boyutlu üretimlerde yumurta sarısı da bu amaç için sıklıkla kullanılabilir.

Birçok ülkede yoğurt dondurması üretim standartlarını belirleyen herhangi bir yasal düzenleme olmamasına rağmen, bazı ülkelerde yoğurt dondurmasının içermesi gereken mikrobiyolojik kriterler ve sahip olması gereken kimyasal özellikler yasal mevzuatlarda yer almaktadır. Örneğin Oregon'da *Streptococcus thermophilus*

ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un yoğurt dondurmasında mutlaka olması gerektiği bildirilirken, miktarları belirtilmemiştir (Lopez et al. 1998).

Bu çalışmada yoğurt dondurması kalitesini etkileyen ideal emülgatör veya emülgatör karışımını tespit etmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan tam yağlı inek sütü ve krema Erzurum'da bulunan marketlerden temin edilmiştir. Şeker (Konya Şeker Ticaret ve Sanayi A.Ş. Türkiye) yerel pazarlardan temin edilmiştir. Salep, palsgaard, monogliserid ve lesitin ticari marketlerden, yağsız süt tozu ise Pınar Süt Ürünleri A.Ş.'den (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir. Dondurma üretimi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Metot

Dondurma örneklerinin üretimi

Her bir örnek için 2 kg tam yağlı inek sütüne (%3,1 yağlı) 100 g yağsız süttozu ve 50 g krema (%50 yağlı) katılarak 85°C'de 20 dakika pastörize edilmiştir. Bu sütler 43°C'ye soğutulmuş ve aynı sıcaklıkta inkübe edilmiştir. pH derecesi 4,6 olunca inkübasyona son verilmiştir. Yoğurt örnekleri buzdolabında 12 saat bekletilerek soğutulmuştur. Yoğurt örneklerine (2kg) 20 g salep, 10 g farklı emülgatör veya emülgatör karışımı ilave edilmiştir. A örneğine 20 g salep katılmış emülgatör ilave edilmemiştir. B örneğine 20 g saleple birlikte emülgatör olarak 10 g lesitin katılmıştır. C örneğine ise 10 g emülgatör olarak palsgaard ilave edilmiştir. D örneğini hazırlamak için yoğurt örneğine 20 g saleple birlikte emülgatör olarak 10g monogliserit ilave edilmiştir. E örneğini hazırlamak için saleple birlikte emülgatör olarak 5 g lesitin ve 5 g palsgaard ilave edilmiştir. F örneğinin hazırlanmasında emülgatör olarak 5 g lesitin ve 5 g monogliserid birlikte ilave edilmiştir. G örneğini hazırlamak için palsgaard (5g) ve monogliserid (5 g) birlikte kullanılmıştır. 7 farklı yoğurt örneğine 450 şer gram toz şeker (sükroz) katılarak elde edilen miks 75°C 'de 10 dakika pastörize edilmiştir. Deneme yoğurt dondurması örneklerinin formülasyonu Tablo 2'de görülebilmektedir Bu yoğurt dondurması miksleri hızlı bir şekilde karıştırılarak 5°C'ye soğutulmuştur. Bu mikslere dondurma makinasında dondurmaya (-7°C) dönüştürülmüştür. Yoğurt dondurması örnekleri 100' er gramlık plastik ambalajlara alınmış ve plastik ambalajlarda bulunan yoğurt dondurması örnekleri -28°C deki derin dondurucuda 24 saat tutularak sertleştirilmiştir.

Tablo2. Deneme yoğurt dondurması örneklerinin formülasyonu

Kod	Emülgatör (10g)	Stabilizatör (Salep 20g)	Sükroz (450g)
A	Emülgatör yok	+	+
B	Lesitin	+	+
C	Lesitin+Palsgaard	+	+
D	Lesitin+Monogliserid	+	+
E	Palsgaard+Monogliserid	+	+
F	Palsgaard	+	+
G	Monogliserid	+	+

Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması

Üretimden 1 gün sonra derin dondurucuda muhafaza edilmekte olan dondurmalar fiziksel ve kimyasal analizler için 7 adet ambalaj açılmıştır. Duyusal değerlendirmeler için ise her çeşit dondurmadan ayrı ayrı plastik kaplarda derin dondurucuda muhafaza edilen 7'şer dondurma örneği kullanılmıştır.

Yoğurt dondurması yapımında kullanılan ingredientler'in bileşimi ve asitlik analizi

Yoğurt dondurması bileşiminde kullanılan süt yağsız süt tozu krema ve yoğurdun kuru madde yağ kül ve % asitlik derecesi analizleri Kurt vd. (2012) tarafından bildirilen metotlara göre yapılmıştır.

Dondurma örneklerinin mikrobiyolojik analizleri

Homojen hale getirilen 10 g yoğurt dondurması örneği, 90 ml %0,85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su içerisine tartılmış ve homojenize edilmiştir. Bu şekilde 10-1 'lik ilk dilüsyon hazırlanmıştır. İçerisinde 9 ml steril fizyolojik tuzlu su bulunan tüplere streil pipet yardımıyla 1ml hazırlanmış olan dilüsyondan aktarılmıştır ve 10-7 lik dilüsyona kadar seyreltme işlemine devam edilmiştir (Chouchouli vd. 2013).Yoğurt dondurması örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı için PCA (Plant Count Agar) kullanılarak yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. Dondurma örneklerinde maya ve küf sayımı için PDA (Potato Dextrose Agar) kullanılarak yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. Koliform grubu bakteri sayımında 1/10' luk dilisyonlardan petri plaklarına 1ml örneklerden ekim yapılmış ve üzerine VRB agar dökülmüştür. Ekim yapılan petri 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra kırmızı veya pembemsi renkli koloniler sayılmıştır (Chouchouli vd. 2013).

Dondurma örneklerinin fizikokimyasal ve duyuşsal analizleri

Tampon çözeltiler (pH 4,0 veya 7,0) yardımıyla ayarlanan pH metre ile (Thermo Scientific Orion 4-Star Benchtop pH/Conductivity Meters markalı) dondurma miksellerinin pH değerleri 20±1 °C'de tespit edilmiştir. Titrasyon asitliği değeri sütte ve dondurmalarda alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış olup veriler % asitlik olarak belirlenmiştir (Anonim 1983). Dondurmaların kurumadde ve kül oranı Kurt vd (2012)' nin belirttiği metotlara göre tespit edilmiştir. Dondurma örneklerinin hacim artış oranları Jimenez-Florez vd. (1993)'in belirttiği metoda göre, ilk damlama süresi Cotrell et al.(1979) tarafından verilen metoda göre ve tam erime zamanı Güven ve Karaca (2002)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Viskozite ölçümlerinde 4 nolu başlık kullanılmış olup ölçümler 50 ve 100 rpm kayma hızında gerçekleştirilmiştir (Soukoulis et al. 2014) . Hunter renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) renk ölçüm cihazı kullanılarak yüzeyden ölçüm yapılarak tespit edilmiştir (Mc Guire 1992). Dondurma örneklerinde tekstürel analizler tekstür analiz cihazı (Stable Micro System, TA-XT.plus) ve cihaza özel yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaplardaki dondurma örneklerine 5 mm çapında (P5) prob kullanılarak delme testi uygulanmıştır ve elde edilen grafikten delme kuvveti (sertlik) (N) değeri hesaplanmıştır. Duyusal test için dondurma örnekleri 6 kişilik eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Dondurma örnekleri panelistlere yaklaşık -10°C'de sunulmuştur. Duyusal değerlendirmeler 9 puan üzerinden yapılmıştır (Bodyfelt vd. 1988).

Tartışma ve Sonuç

Yoğurt Dondurması Yapımında Kullanılan Ingredientlerin Bileşimi ve Asitlik Düzeyi

Bu çalışmada kullanılan süt, krema ve süt tozunun bileşimi ve asitlik düzeyi ile yoğurt dondurması örnekleri hazırlamak için yapılan yoğurdun bileşim ve asitliği Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Yoğurt Dondurması Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Ham Maddelerin Bileşimleri ve Asitlik Düzeyleri

Dondurma Bileşenleri	Kuru Madde (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Asitlik (%)
Süt	12.70	3.10	0.75	0.16
Krema	55.50	49.75	0.55	0.25
Yoğurt	18,52	5,43	0,95	0,75
Süttozu	96.85	2,2	-	-

Yoğurt Dondurması Örneklerinin TAMB, Maya-Küf ve Koliform Grubu Bakteri Sayısı

Yoğurt dondurması örneklerinin TAMB, maya-küf ve koliform grubu bakteri sayısı Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Yoğurt Dondurması Örneklerinin Total Aerobik Bakteri, Maya-Küf ve Koliform Grubu Bakteri Sayım Sonuçları (Log kob/g)

Kod	Emülgatör	Maya ve Küf Sayı	TAMB	Koliform
A	Emülgatör yok	<2 ^a	4,65±0,02 ^a	<1 ^a
B	Lesitin	<2 ^a	4,64±0,02 ^a	<1 ^a
C	Lesitin+Palsgaard	<2 ^a	4,40±0,02 ^a	<1 ^a
D	Lesitin+Monogliserid	<2 ^a	4,91±0,02 ^a	<1 ^a
E	Palsgaard+Monogliserid	<2 ^a	4,89±0,02 ^a	<1 ^a
F	Palsgaard	<2 ^a	4,71±0,02 ^a	<1 ^a
G	Monogliserid	<2 ^a	4,59±0,02 ^a	<1 ^a
En düşük		<2	4,40±0,02	<1
En yüksek		<2	4,91±0,02	<1
Ortalama		<2	4,68±0,02	<1

Araştırmada farklı emülgatörler kullanılarak yapılan yoğurt dondurması örneklerinde TAMB sayısı 4,40 Log kob/g ile 4,91 Log kob/g arasında bulunmuştur. Arslaner vd. (2019) sükröz, stevia ve bal ile tatlandırıldığı yoğurt dondurması örneklerinde TAMB sayısını 3,99 Log kob/g ile 4,22 Log kob/g arasında bulmuşlardır. Arslaner vd (2019) 'nin bulguları bu araştırma sonuçları ile paralellik arzmetmektedir. Yoğurt dondurması örneklerinde maya ve küf sayısı 2 Log kob/g 'ın altında bulunmuştur. Bu durumda yoğurt dondurması örneklerine dışardan bir mikroorganizma bulaşmasının olmadığı söylenebilir. Arslaner vd. (2019) ve Dağlı vd. (2006) bu araştırma bulgularına paralel olarak yoğurt dondurması örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakteri ile maya ve küf tespit etmemişlerdir.

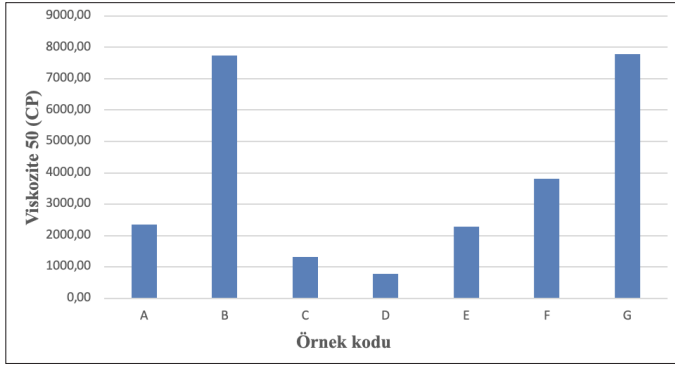
Dondurma Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Dondurma örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

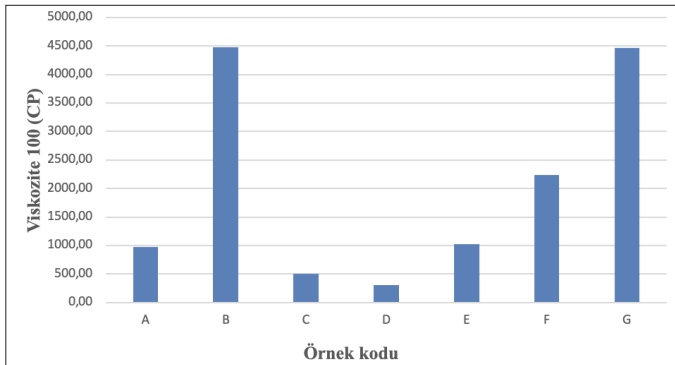
Yoğurt dondurması örneklerinin kuru madde oranı %32,43 ile %38,33 arasında değişmiş ortalama %34,79 olarak bulunmuştur. Güven vd. (2017) farklı stabilizatör kullanılarak yaptıkları yoğurt dondurması örneklerinde bu araştırma sonuçlarına paralel olarak en yüksek kuru madde oranını %32,44 en düşük kuru madde oranını ise %31,96 olarak bulmuşlardır. Yoğurt dondurması örneklerinde kül oranı %0,48 ile %0,66 arasında değişmiş ortalama %0,61 olarak bulunmuştur. Yoğurt dondurması miks örneklerinin 50 rpm kayma hızındaki viskozitesi 771.30 cP ile 7728.95 cP arasında değişmiştir. Sadece monogliserit ilave edilen yoğurt dondurması miks örneklerinin en yüksek viskoziteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yoğurt dondurması yapımında salep ile birlikte emülgatör olarak monogliseridin kullanılması faydalı olacaktır. Buna karşılık monogliserid lesitin ile birlikte kullanıldığında; elde edilen miks örneklerinin en düşük viskoziteye sahip olduğu bulunmuştur. Arslaner vd. (2019) sükröz, stevia ve bal ile tatlandırıldığı yoğurt dondurması miks örneklerinde 50 rpm kayma hızında viskoziteyi 4160 cP ile 6010 cP arasında bulmuşlardır. Arslaner vd. (2019)'nin bulguları bu araştırma bulgularında daha yüksektir. Özdemir(2019) karadut, ahududu, böğürtlen ve çilek ilavesiyle yaptıkları yoğurt dondurması örneklerinde viskoziteyi 4750 cP ile 13.000 cP arasında bulmuştur. Bu sonuçlar, bu çalışmada elde edilen bulgulardan daha yüksektir. Farklı araştırmalarda bulunan farklı viskozite değerleri miks bileşiminde kullanılan ingredientlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. 100 rpm kayma hızında yoğurt dondurması miks örneklerinin viskozitesi 304.95 cP ile 4471.95 cP arasında değişmiştir. En yüksek viskozite değeri

Tablo 4. Miks ve Dondurma Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Kod	Emülgatör	Kuru madde (%)	Kül (%)	Viskozite (50 RPM) cP	Viskozite (100RPM) cP	Hacim artışı (%)	Asitlik (%LA)	pH	(L*)	(a*)	(b*)	Sertlik(g)
A	Emülgatör yok	34,02	0,66	2349,65 ^c	981,50 ^c	33,80 ^b	0,62 ^a	4,36 ^a	93,02 ^b	-3,60 ^a	10,71 ^b	4542 ^c
B	Lesitin	35,00	0,66	7728,95 ^d	4471,65	28,61 ^a	0,63 ^a	4,24 ^a	92,07 ^b	-3,35 ^b	13,34 ^c	648 ^a
C	Lesitin+Palsgaard	34,49	0,48	1324,95 ^b	505,25 ^b	39,37 ^d	0,71 ^a	4,27 ^a	91,69 ^b	-3,33 ^b	10,14 ^b	4035 ^c
D	Lesitin+Monoglisericid	33,55	0,66	771,30 ^a	304,95 ^a	38,02 ^d	0,62 ^a	4,24 ^a	83,71 ^a	-3,29 ^b	10,83 ^b	7786 ^a
E	Palsgaard+Monoglisericid	32,43	0,62	2287,35 ^c	1019,55 ^c	36,93 ^c	0,69 ^a	4,30 ^a	91,19 ^b	-3,78 ^a	9,28 ^b	5091 ^d
F	Palsgaard	34,55	0,66	3817,40 ^c	2241,35 ^c	33,02 ^b	0,65 ^a	4,12 ^a	91,80 ^b	-3,46 ^{ab}	8,66 ^{ab}	4133 ^c
G	Monoglisericid	38,33	0,64	7785,90 ^d	4460,95 ^d	29,36 ^a	0,71 ^a	4,28 ^a	91,86 ^b	-2,83 ^c	7,00 ^a	1099 ^b
En düşük		32,43	0,48	771,30	304,95	28,61	0,62	4,12	83,71	-3,78	7,00	648
En yüksek		38,33	0,66	7728,95	4471,65	39,37	0,71	4,36	93,02	-2,83	13,34	7786
Ortalama		34,79	0,61	3840,64	2084,64	34,12	0,66	4,25 ^a	90,23	-3,36	10,03	3905



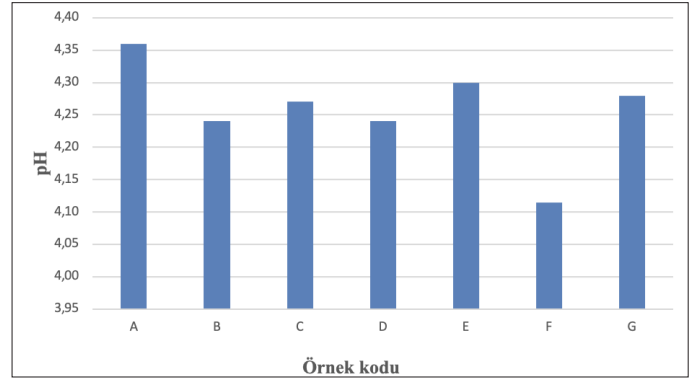
Şekil 1. Yoğurt dondurması örnekleri viskozitesinin değişimi (50 cP)



Şekil 2. Yoğurt dondurması miks örnekleri viskozitesinin değişimi (100 cP)

monoglisericid katılarak hazırlanan örneklerde (4471.95 cP) bulunmuştur. Güven vd. (2017) yaptıkları yoğurt dondurması miksinde 120 rpm kayma hızında viskoziteyi 134.87 cP ile 598.4 cP arasında bulmuşlardır. Güven ve Karaca (2002) meyveli yoğurt dondurmalarında meyve konsantrasyonunun artmasıyla birlikte viskozite değerlerinin de arttığını belirlemişlerdir.

Farklı emülgatörlerle hazırlanan dondurma örneklerinde asitlik derecesi %0,62 ile %0,71 arasında değişmiş ve ortalama %0,66 olarak belirlenmiştir. Arslaner vd. (2019) yaptıkları yoğurt dondurması örneklerinde buldukları asitlik derecesi (%0,598-%0,685) bu çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Güner vd. (2007) farklı asitlikteki yoğurttan yoğurt dondurması yapmışlar ve % 0,7 oranındaki yoğurt asitliği yapılan dondurmada iyi bir damlama ve erime özelliği gösterdiğini ve duysal olarak ta daha çok beğenildiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, dondurma asitliğinin %0,7'nin üzerine çıkması

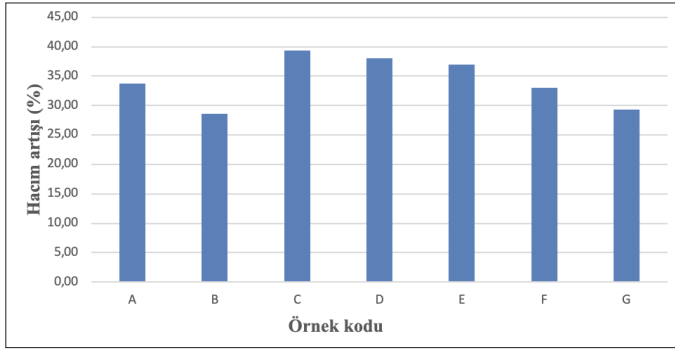


Şekil 3. Yoğurt dondurması örneklerinin pH değerlerinin değişimi

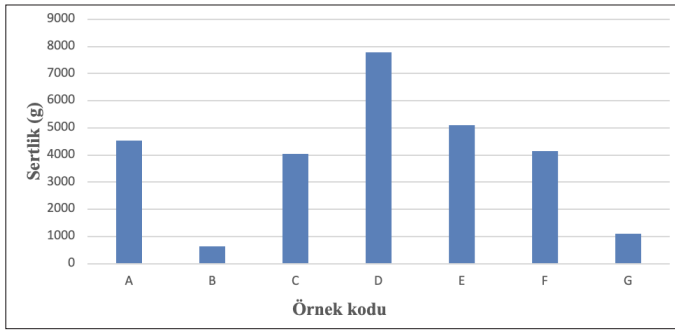
dondurma kalitesini olumsuz olarak etkilediğini belirlemişlerdir. Güven ve Karaca (2002) vanilyalı ve çilekli yoğurt dondurması yapmışlar ve örneklerin asitliğini 28,60 SH ile 45,60 SH arasında bulmuşlardır. Güven ve Karaca (2002)'nin bulunduğu en yüksek asitlik derecesi bu araştırma bulgularından oldukça yüksektir.

Dondurma örneklerinin pH derecesi en düşük 4,12, en yüksek 4,36 ve ortalama 4,25 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda pH dereceleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Arslaner vd. (2019) analiz ettikleri yoğurt dondurması örneklerinde pH değerini 3,58 ile 4,68 arasında bulmuşlardır. Bu sonuç bu araştırma bulgularından farklılık arz etmektedir.

Yoğurt dondurması örneklerinin hacim artış oranı %28.61 ile %39.37 arasında değişmiştir. Emülgatör olarak lesitin ve palsgaardın birlikte katıldığı örneklerin hacim artışı oranı diğer emülgatörlerden daha yüksek bulunmuştur. Guner vd. (2007) dondurma örneklerinin hacim artışını bu araştırma bulgularına paralel olarak %25,39 ile %34,28 arasında belirlemişlerdir. Arslaner vd. (2019) yoğurt dondurması örneklerinde hacim artışını %17.66 ile %24.55 arasında bulmuştur. Bu bulgu, bu araştırma sonuçlarına paralellik arz etmemektedir. Güven ve Karaca (2002) yaptıkları yoğurt dondurması örneklerinde hacim artışı oranını %21.77 ile %31.63 arasında bulmuşlardır. Güven ve Karaca (2002)'nin bulguları bu çalışmada elde edilen hacim artışı sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Güner vd. (2009) polisorbata katılan örneklerin palsgaard katılmış örneklerden daha düşük hacimli olduğunu belirlemişlerdir. Bu araştırma sonucunda da palsgaard emülgatörlü dondurmaların diğer emülgatörlerin (lesitin ve monoglisericid) tek başına ilavesine göre daha yüksek hacim artışına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.
Yoğurt dondurması örneklerinin hacim artışının değişimi

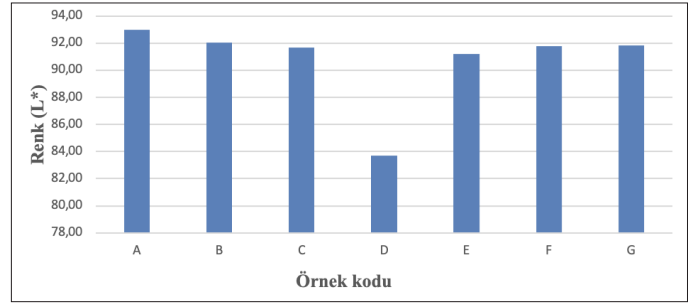


Şekil 5.
Yoğurt dondurması örnekleri sertliğinin değişimi

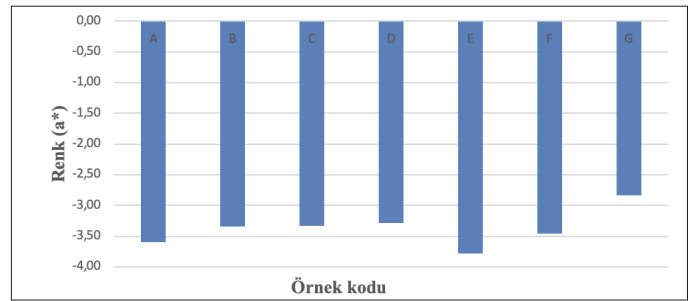
Yoğurt dondurması örnekleri sertliğinin değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Farklı emülgatörlerle hazırlanan dondurma örneklerinde sertlik derecesi 648 g ile 7786 g arasında değişmiş ve ortalama 3905 g olarak belirlenmiştir. Emülgatör olarak lesitin ve monogliseritin birlikte katıldığı örneklerin sertliği diğer emülgatörlerden daha yüksek bulunmuştur. Lesitin ve monogliserit içeren numunelerin viskozitesinin diğer numunelere göre daha düşük olduğu düşünüldüğünde, bu, lesitin ve monogliseritin karışımının daha düşük jelleşme gücüne bağlı olabilir. Bu nedenle, muhtemelen elde edilen dondurma diğer numunelerden daha serttir. Öte yandan, lesitin içeren numune diğer numunelere göre daha yüksek bir viskoziteye sahip olup ve sonuç olarak sertliği en düşük düzeyde bulunmuştur. El-Nagar vd. (2002) inülin eklenmiş yoğurt dondurmasının reolojik kalitesi ve stabilitesini araştırmışlar ve yoğurt dondurmasına inülinin eklenmesinin, yoğurt dondurma karışımının viskozitesini ve elde edilen yoğurt dondurmasının sertliğini artırdığı belirlemişlerdir.

Dondurma Örneklerinin Renk Analiz Sonuçları

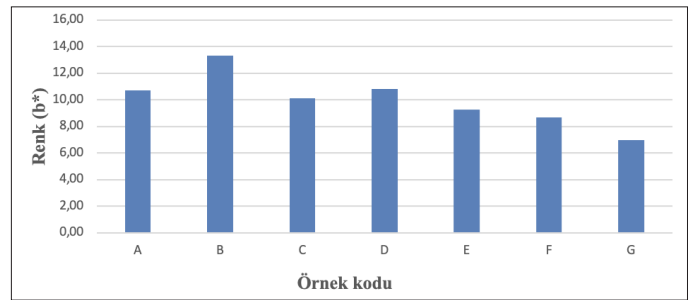
L^* renk değeri örneklerin beyazlık derecesi hakkında bilgi vermektedir. L^* renk değeri ne kadar yüksekse o örnekte beyazlık o kadar yüksektir denir. Dondurma örneklerinin L^* renk değeri en düşük 83,71 en büyük değeri ise 93,02 olarak bulunmuştur. Emülgatör katılmamış örneklerin renkleri daha beyaz olarak tespit edilmiştir. En düşük L^* değeri ise lesitin ve monogliseritin birlikte katıldığı yoğurt dondurması örneklerinin ise en düşük L^* renk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Arslaner vd. (2019) yoğurt dondurması örneklerinin L^* renk değerini 45,75 ile 102,90 arasında bulmuşlardır. Yoğurt dondurması örneklerinin a^* renk değeri -3,78 ile -2,83 arasında ve b^* renk değeri ise 7,00 ile 13,34 arasında değişmiştir. Arslaner vd. (2019) a^* renk değerini -2,68 ile -8,62 arasında ve b^* renk değerini 8,89 ile 11,60 arasında bulmuşlardır. Bulunan bu değerler (a^* ve b^*) Arslaner vd. (2019)'nin bulguları ile paraleldir.



Şekil 6.
Yoğurt dondurması örneklerinin L^* renk değerinin değişimi



Şekil 7.
Yoğurt dondurması örnekleri a^* değerinin değişimi



Şekil 8.
Yoğurt dondurması örnekleri b^* değerinin değişimi

Dondurma Örneklerinin İlk Damlama ve Tamamen Erime Zamanı

Dondurma Örneklerinin İlk Damlama ve Tamamen Erime Zamanları Tablo 6'da verilmiştir.

Kod	Emülgatör İlavesi	İlk damlama süresi(dak)	Tamamen erime(dak)
A	Emülgatör yok	29 ^c	220 ^f
B	Lesitin	12 ^a	143 ^b
C	Lesitin+Palsgaard	10 ^a	238 ^d
D	Lesitin+Monogliserid	18 ^b	148 ^b
E	Palsgaard+Monogliserid	11 ^a	129 ^b
F	Palsgaard	16 ^b	134 ^b
G	Monogliserid	32 ^c	92 ^a
En düşük		10	92
En yüksek		32	238
Ortalama		18,89	159,33

Not:Aynı harfle gösterilen ortalamalar birbirinden farklı değildir.

Farklı emülgatörlerle hazırlanan dondurma örneklerinde ilk damlama süresi 10 dak. ile 19 dak. arasında önemli düzeyde ($p < 0,01$) değişiklik göstermiştir. Tam erime süreleri ise 92 dak. ile 238 dak. arasında önemli ($p < 0,01$) farklılık arz etmektedir (Tablo 5). En kısa

ilk damlama süresi lesitin ile palsaardın birlikte kullanıldığında, en uzun süre ise monogliserin tek olarak kullanıldığı örneklerde belirlenmiştir. Güven vd (2010) palsaard katılmış dondurmaların en kısa ilk damlama süresine sahip olduğu belirlemişlerdir. Bu bulgu, bu araştırma sonuçları ile benzerlik arz etmektedir. Güner vd. (2007) farklı asitlikteki yoğurttan yoğurt dondurması yapmışlar ve %0,7 oranındaki yoğurt asitliği yapılan dondurmada iyi bir damlama ve erime özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir. Güner vd. (2007) dondurma örneklerinin ilk damlama süresini 14,33 dak. ile 16,00 dak. arasında, tam erime süresini 82,33 dak. ile 87,66 dak. arasında bulmuşlardır. Güner vd. (2007) tarafından belirlenen ilk damlama süresi bu araştırma bulguları ile paralellik gösterirken, tamamen erime zamanları bu araştırma bulgularından daha kısadır.

Dondurma Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Tablo 6. Yoğurt dondurmalarının duysal değerlendirme sonuçları (Tam puan=9)

Özellik	Örnekler						
	A	B	C	D	E	F	G
Renk ve görünüş	8,5	8,0	8,5	8,0	8,3	8,0	8,7
Tekstür	7,5	7,5	7,6	7,3	7,8	7,4	8,6
Sakızimsılık	7,0	7,3	7,7	7,4	7,9	7,6	8,3
Lezzet	7,0	8,2	7,9	8,2	8,0	7,5	8,8
Şekerlilik	7,3	8,3	8,0	8,5	8,1	7,4	8,0
Genel kabul edilebilirlik	7,5	8,1	7,7	8,0	8,3	7,5	8,8

Yoğurt dondurması örneklerinin lezzet puanı 7,0 ile 8,8 arasında değişmiştir. Panelistler genellikle monogliseric katılan yoğurt dondurması örneklerini daha çok beğenmişlerdir. Tek başına palsaard katılan örnekler en az düzeyde beğenilmiştir. Yoğurt dondurması örneklerinin renk ve görünüşü 8,0 ile 8,7 arasında değişmiştir. Emülgatör olarak lesitin ve monogliseric birlikte katıldığı örneklerin renk ve görünüş puanı diğer emülgatörlerden daha yüksek bulunmuştur. Tekstür açısından panelistler en yüksek puanı monogliseric içeren dondurmalarla, en düşük puan ise lesitin ve monogliseric karışımına vermişlerdir. Özdemir(2020) tarafından üretilen meyveli yoğurt dondurması örneklerine panelistler genel kabul edilebilirlik özelliğine 5,9 ile 6,9 arasında puan vermişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma sonucunda aşağıda sıralanan sonuçlar elde edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur. Dondurma asitlik derecesi ile dondurmanın diğer teknolojik özellikleri arasında önemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Dondurma örneklerinde maya- küf ile koliform bakteriye rastlanmaması yoğurt dondurması üretiminde hijyenik şartlara dikkat edildiğinde dışardan zararlı mikroorganizma bulaşmadığı sonucuna varılmıştır. Lesitin ve palsaardın birlikte kullanıldığı örnekler en geç eriyen dondurma örnekleri olduğundan bu iki emülgatörün birlikte kullanımı faydalı olacaktır. En yüksek viskozite değeri monogliseric katılarak hazırlanan örneklerde bulunmuş olup stabilizör olarak kullanılan salep ile emülgatör olarak kullanılan monoglisericin yoğurt dondurması miksinin viskozitesini en yüksek düzeye çıkardığı sonucuna varılmıştır. Lesitin ile birlikte palsaard katılarak hazırlanan yoğurt dondurması örneklerinde hacim artış oranı en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Yazar Katkıları: Fikir - C.İ., S.Ö.; Tasarım - C.İ., S.Ö.; Denetleme - C.İ., S.Ö.; Kaynaklar - C.İ., S.Ö.; Malzemeler - C.İ., S.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - C.İ., S.Ö.; Analiz ve/veya Yorum - C.İ., S.Ö.; Literatür Taraması - C.İ., S.Ö.; Yazıyı Yazan - C.İ., S.Ö.; Eleştirel İnceleme - C.İ., S.Ö.

Hakem değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Author Contributions: Concept - C.İ., S.Ö.; Design - C.İ., S.Ö.; Supervision - C.İ., S.Ö.; Resources - C.İ., S.Ö.; Materials - C.İ., S.Ö.; Data Collection and/or Processing - C.İ., S.Ö.; Analysis and/or Interpretation - C.İ., S.Ö.; Literature Search - C.İ., S.Ö.; Writing Manuscript - C.İ., S.Ö.; Critical Review - C.İ., S.Ö.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.




Kaynaklar

- Alves, L. D. L., Richards, N. S. P. D. S., Becker, L. V., Andrade, D. F. D., Milani, L. I. G., Rezer, A. P. D. S., & Scipioni, G. C. (2009). Sensorial acceptance and characterization of goat's milk frozen yogurt with addition of probiotic culture and prebiotic. *Ciência Rural*, 39, 2595-2600
- Anonim (1983). Gıda Maddeleri ve Analiz Metotları. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın, No: 65, 796s.
- Anonim (2014). How frozen yogurt is made? Erişim tarihi: 19.08.2022 <https://www.foodunfolded.com/article/frozen-yogurt-how-its-made>.
- Arbuckle, W.S. (1986). Ice cream. By Van No strand Rein hold Company, pp. 481.
- Amer, A. E. A., & Shalaby, S. A. (2012). Preparation and use of exopolysaccharides in the manufacture of probiotic frozen yoghurt. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 40(1), 25-34.
- Arslaner, A., Salk, M. A., Özdemir, S., & Akköse, A. (2019). Yogurt ice cream sweetened with sucrose, stevia and honey: Some quality and thermal properties", *Czech Journal of Food Sciences*, 37, (6): 446-455.
- Baer, R. J., Wolkow, M. D., & Kasperson, K. M. (1997). Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream. *Journal of dairy science*, 80(12), 3123-3132.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., & Trout, G. M. (1988). *The sensory evaluation of dairy products*. Van Nostrand Reinhold.
- Chouchouli, V., KaLogeropoulos, N., Konteles, S. J., Karvela, E., Makris, D. P., & Karathanos, V. T. (2013). Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 522-529.
- Cotrell, J.I.L., Pass, G. & Philips, G.O. (1979). Assesment of polysaccharides as ice cream cream stabilizers. *J.Sci.Food Agric.*30:1085-1088.
- Dağlı, A. (2006). Yoğurt dondurması üretiminde peyniraltı suyu tozu kullanımını. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü.
- El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorică, C. M., Kuri, V., & Brennan, C. S. (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2), 89-93.
- Güner, A., Ardic, M., Keles, A., & Doğruer, Y. (2007). Production of yogurt ice cream at different acidity. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 948-952.
- Güven, M., Kalender, M., & Taşpınar, T. (2017). Farklı stabilizör kullanımının yoğurt dondurmalarının kalite özellikleri üzerine etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(2), 37-46.
- Güven, M., Karaca O. B., & Yaşar, K. (2010). "Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Dondurma Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Dondurmaların Özellikleri Üzerine Etkileri, 35,2, 97 - 104.
- Güven, M., & Karaca, O. B., (2002). The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. *Int.J. Dairy Tech.*55(1),27-31.
- Jimenez-Florez R, Klipfel NJ, & Tobias J., 1993. Dondurma ve dondurulmuş tatlılar. In: Hui YH (ed) Süt bilimi ve teknolojisi el kitabı. 2. Ürün imalatı. VCH Yayıncıları, s 57.

- Kurt A., Çakmakçı S., & Çağlar A. (2012). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, 10. Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Kesenkaş, H., Akbulut, N., Yerlikaya, O., Akpınar, A., & Açı, M., 2013. Kefir dondurması üretiminde soya sütünün kullanım olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 1-12.
- Lallemand, M.I., Gutierrez, A.M.B., Le Borgne, N.F., Penet, S., Puaud, M.M., Heng, L., & Lacout, J.M. (2013). "Frozen confectionery product with a natural stabiliser", United States Patent, Patent No: US20130129897 A1 Date of Patent: May, 24.
- Lopez, M.C., Medina, L.M., & Jordano, R. (1998). "Survival of lactic acid bacteria in commercial frozen yogurt", *Journal of Food Science*. 63(4) 706-708.
- Mahdian, E., Mazaheri, T. M., & Nobahari, M. (2012). Optimizing yoghurt-ice cream mix blend in soy based frozen yoghurt.
- Martins, C. M., Block, L. G., & Dahl, D. W., (2014). A disregard for calories during sampling: Exploring the "samples don't count" effect. *Health*, 2014.
- Ozdemir, C., (2019). yogurt ice creams produced by adding different fruits: production and characteristics. *Advances in Food Sciences* 41(3), 66-72.
- Rezaei, R., Khomeiri, M., Aalami, M., & Kashaninejad, M., (2014). Effect of inulin on the physicochemical properties, flow behavior and probiotic survival of frozen yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2809-2814.
- Shah, N. P. (2007). Functional cultures and health benefits. *International dairy journal*, 17(11), 1262-1277.
- Tamime A.Y, & Robinson R.K. (1999). "Yoghurt Science and Technology". 2nd ed. Woodhead Pub., Cambridge, 392-399.

Farklı Oranlarda Tuz ve Yağ Kullanılarak Üretilen Kavurma'nın Uçucu Bileşikleri

Volatile Compounds of Kavurma Produced with Different Salt and Fat Levels

Derya BAYRAK KUL¹ 
Zeynep Feyza YILMAZ ORAL² 
Güzin KABAN³ 

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ordu Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ordu, Türkiye
²Atatürk Üniversitesi, Erzurum Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Erzurum, Türkiye
³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

öz

Araştırmada farklı tuz (%1, %1.5 ve %2) ve böbrek yağı (%10, %15 ve %20) oranlarının kavurma'nın (kür edilmiş-pişirilmiş et ürünü) uçucu bileşikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pişirme işlemi, buhar ceketli bir kazanda gerçekleştirilmiştir. Üretimden sonra her bir grup, dilimlenmiş ve vakum ambalajlanmıştır. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu için katı faz- mikroekstraksiyon yöntemi kullanılmış ve tanımlama, gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi (GC/MS) ile gerçekleştirilmiştir. Kavurma örneklerinde keton, alkol, aldehit, lakton, sülfürlü bileşik, alifatik hidrokarbon, ester, aromatik hidrokarbon, terpen, furan ve dallanmış hidrokarbon grubuna giren 40 uçucu bileşik tanımlanmıştır. Yağ oranı faktörü etanol, aseton, karbon disülfür, etilasetat ve toluen üzerinde çok önemli etki ($P<0.01$) göstermiştir. Tuz oranı ise etanol üzerinde önemli ($P<0.05$), karbon disülfür ve toluen üzerinde ise çok önemli ($P<0.01$) düzeyde etkili olmuştur. Temel bileşen analizinde %1 tuz ve %10 yağ oranı içeren gruplar arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiş ve uçucu bileşikler genellikle PC1'in pozitif tarafında yer almıştır. Bu sonuçlara göre kavurmada %1 tuz ve %10 yağ kombinasyonu uçucu bileşikler üzerinde daha etkili olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kavurma, uçucu bileşik, SPME, GC/MS, PCA

ABSTRACT

In the study, it was aimed to determine the effects of different salt (1%, 1.5% and 2%) and kidney fat (10%, 15% and 20%) levels on the volatile compounds of kavurma (an uncured-cooked meat product). The cooking process was carried out in a steam jacketed cauldron. After the production, each group was sliced and vacuum packed. Solid phase-microextraction method was used for the extraction of volatile compounds, and the identification was carried out by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). In kavurma samples, 40 volatile compounds were identified including ketone, alcohol, aldehyde, lactone, sulfur compound, aliphatic hydrocarbon, ester, aromatic hydrocarbon, terpene, furan and branched hydrocarbon. Fat level factor showed a very significant effect ($P<0.01$) on ethanol, acetone, carbon disulfide, ethyl acetate and toluene. Salt level had a significant effect ($P<0.05$) on ethanol, and very significant effect ($P<0.01$) on carbon disulfide and toluene. In principal component analysis, a positive correlation was determined between the groups containing 1% salt and 10% fat, and volatile compounds were generally on the positive side of PC1. According to these results, 1% salt and 10% fat combination is more effective on volatile compounds in kavurma.

Keywords: Kavurma, volatile compounds, SPME, GC/MS, PCA

Giriş

Kavurma, kasaplık hayvan karkas etlerinin küçük parçalar halinde doğrandıktan sonra tuz ve yağ ile birlikte açık veya kapalı kazanlarda pişirilmesi ile elde edilen bir et ürünüdür (Gökalp ve ark., 2004). Ülkemizde parça halde pişirilen yegâne et ürünü olan kavurma, soğutma teknolojisinin olmadığı dönemlerde etin pişirilerek dayanıklı hale getirilmesi ve müteakiben yağ içerisinde muhafaza edilmesi ile ortaya çıkan geleneksel bir et ürünüdür (Vural ve Öztan, 1989). Pişirilmiş –kür edilmiş bir et ürünü olan kavurmada pişirme süresi, hammadde kalitesi ve uygulanan sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Vural ve Öztan, 1989; Aksu ve Kaya, 2005).

Etin lezzet ve aroması tüketici için önemli bir kalite kriteridir. Etin lezzeti, özellikle hayvanın beslenmesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte çiğ ette kan kokusu hakimdir (Khan ve ark., 2015). Bundan dolayı karkasın kesimden sonra dinlendirilmesi ve olgunlaştırılması, tat ve aroma maddelerinin oluşumu açısından büyük önem arz etmektedir. Diğer taraftan pişirme sırasında etin aroması üzerinde etkili olan çok sayıda uçucu bileşik de oluşmaktadır. Pişirme sırasında gerçekleşen temel iki reaksiyon, indirgen şekerler ile amino asit ve peptitlerin amino grupları arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu ile lipid oksidasyonudur (Roldan ve ark., 2015; Khan ve ark., 2015; Sohail ve ark., 2022). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olarak da bilinen Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, aldehitler, esterler, eterler ve heterosiklik bileşikler gibi uçucu bileşikler aroma üzerinde etkili olmaktadır (Lee ve Shibamoto, 2002). Lipid oksidasyonu sonucu oluşan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, esterler ve benzeri bileşikler ise hayvan türüne spesifik et aromasının oluşumunda etkindirler. Bunun yanı sıra Maillard reaksiyonu ve lipid degradasyonu

*Bu çalışma, 7th International Scientific Research Congress (18-19 December 2021)'de sunulmuştur.

Geliş Tarihi/Received: 20.02.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 10.03.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Güzin KABAN
E-posta: gkaban@atauni.edu.tr

Cite this article: Bayrak Kul, D., Yılmaz Oral, Z.F., & Kaban, G. (2023). Volatile compounds of kavurma produced with different salt and fat levels. *Food Science and Engineering Research*, 2(1), 18-22.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

arasındaki interaksiyon da pişmiş et aromasının oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Sohail ve ark., 2022). Pişirilmiş et ürünlerinde aromanın gelişiminde, pişirme yönteminin yanı sıra et ve yağ çeşidi ile katkı maddeleri de etkili olmaktadır (Khan ve ark., 2015). Bu nedenle kızartma, kavurma ve fırında pişirme gibi yöntemlerde Maillard reaksiyonu oldukça önem arz etmektedir. Isıl işlem sırasında oluşan aroma maddelerinin miktarı ve çeşidi, prokürsörlerin konsantrasyonu ve kimyasal yapısı, sıcaklık, süre, ortam koşulları, oksijen mevcudiyeti ve su miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Belitz ve ark., 2009).

Geleneksel bir et ürünü olan kavurmanın üretiminde yağ olarak etin elde edildiği hayvanın iç yağı ve et yağı kullanılmaktadır. İç yağı eritilmiş halde, et yağı ise eritilerek veya eritilmeden üretime dahil edilmektedir. Kavurma üretiminde kullanılan yegane katkı maddesi tuzdur (Kaban ve Kaya, 2010). Formülasyona giren her iki bileşende tat, lezzet ve tekstür gibi ürünün kalite parametreleri üzerinde önemli etki göstermektedir (Gökalp ve ark., 2004). Kür edilmemiş-piştirilmiş bir et ürünü olan kavurmanın uçucu bileşik profili üzerinde sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır (Uzun Özcan and Bozkurt, 2010; Şişik Oğraş et al., 2018). Uzun Özcan ve Bozkurt (2010) 3 farklı tuz (%1.5, %2.0 ve %2.5) ve 3 farklı yağ miktarının (%20, %25 ve %30) uçucu bileşikler üzerine etkilerini araştırmıştır. Şişik Oğraş ve ark. (2018) kavurma üretiminde siğir et yağı, böbrek yağı ve kuyruk yağı kullanımının uçucu bileşik profiline etkisini incelenmişlerdir. Mevcut bu çalışmada, daha düşük tuz (%1) ve yağ oranlarının (%10) kavurmanın uçucu bileşikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Bu amaçla üç farklı tuz (%1, %1.5 ve %2) ve üç farklı yağ oranı (%10, %15 ve %20) dikkate alınarak kavurma üretimi gerçekleştirilmiş ve her bir grup, uçucu bileşik yönünden incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada, materyal olarak kesimden sonra 24 saat süre ile dinlendirilen siğir karkasının but bölgesinden çıkarılan etler ve siğir böbrek yağı kullanılmıştır. Etlerin kaba yağ ve bağ dokuları uzaklaştırılmış ve etler yaklaşık 4 x 5 cm olacak şekilde doğranmıştır. Üretimde kullanılan böbrek yağı, su banyosunda (60°C) eritilmiş ve süzöldükten sonra soğukta muhafaza edilmiştir.

Kavurma üretimi

Farklı yağ oranı (%10, %15 ve %20) ve farklı tuz oranları (%1, %1.5 ve %2) kullanılarak 9 farklı grup kavurma üretilmiştir. Üretimde sıcaklığı ayarlanabilen buhar ceketli bir kapalı kazan (Yılmazlar, Türkiye) kullanılmıştır. Deneme desenine uygun olarak et, tuz ve böbrek yağı (%20'si) 60°C'de 30 dak pişirildikten sonra kazan sıcaklığı 100°C'ye çıkarılmış ve kalan yağ (%80) ilave edilerek 90 dak daha pişirilmiştir. Daha sonra kazan sıcaklığı 60°C'ye düşürülmüş ve örnekler kılıflara doldurulduktan sonra 4°C'ye kadar soğutulmuştur. Soğutulmuş örnekler dilimlendikten sonra poliamid/polietilen (15x25 cm, PA/PE, O₂ geçirgenliği 40 cm³/m²/day. atm 23°C; N₂ geçirgenliği 24 cm³/m²/day. atm 23°C; CO₂ geçirgenliği 1454 cm³/m²/day. atm 23°C; su buharı geçirgenliği <3 g/m²/day. atm 23°C, Sudpack Verpackungen GmbH Co, Almanya) ambalajlama materyali kullanılarak vakum ambalajlanmıştır (Multivac A300/16, Almanya). Her bir muamele grubundan uçucu bileşik analizi için örnekler alınmış ve analiz edilinceye kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Uçucu bileşik analizi

Her bir muamele grubundan alınan örnekler homojen hale getirilmiş ve 5 g analiz numunesi 40ml'lik viallere (Supelco, ABD)

tartılmıştır. Vialler, termal blok içerisinde 30°C'de bir saat süre ile bekletilmiş ve sonra uçucu bileşiklerin adsorpsiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco, ABD) viallere yerleştirilmiştir. Fiber 2 saat süreyle bekletildikten sonra gaz kromatografisi (GC, Agilent 6890N)/kütle spektrometresi (MS, Agilent 5973) cihazına enjekte edilmiştir. Fiber, 40°C'de 6 dak süre ile sistemde bekletilmiştir. Sistemde fırın sıcaklığı, 40°C'den 110°C'ye 3°C/dak hızla, 150°C'ye 4°C/dak hızla, 210°C'ye 10°C hızla çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dak süre tutulmuştur. GC/MS sisteminde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 60 m x 0.25 mm x 1.4 µm) ve taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında, kütle spektrometresinin kütüphanesinden (NIST, WILEY ve FLAVOR) ve standart bir karışımından (Supelco 44585-U, ABD) yararlanılmıştır (Kaban, 2009).

İstatistiksel Analiz

Araştırmada tuz (%1, %1.5 ve %2) ve yağ (%10, %15 ve %20) oranları faktör olarak alınmıştır. Denemeler, faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilmiştir (SPSS 20.0). Ayrıca kavurma grupları ve uçucu bileşikler arasındaki ilişki temel bileşen analizi ile değerlendirilmiştir (Unscrambler, CAMO software version 10.1).

Bulgular ve Tartışma

Gıdalarda aroma oluşumu kompleks bir olgudur. Uçucu bileşiklerin konsantrasyonu, bileşiklerin hissedilme eşik değerleri, uçucu bileşikler arasındaki ilişkiler ile bu bileşiklerin diğer gıda bileşenleri arasındaki interaksiyonları aroma algısını oluşturmaktadır (Oliveres ve ark., 2009). Et ürünlerinde ürünün uçucu profili üzerinde hammaddeden başlayarak pek çok faktör etki göstermektedir. Üretim sırasında gerçekleşen proteolitik parçalanma ile ortaya çıkan protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerin miktarı ve çeşidi doğrudan tat üzerinde etkili olmakta ve ayrıca uçucu bileşiklerin oluşumunda öncül madde olarak rol almaktadır. Üretim sırasında gerçekleşen diğer bir reaksiyon ise lipid oksidasyonudur. Bu reaksiyon ile de aroma üzerinde etkili olan aldehitler, alkoller, ketonlar ve esterler gibi uçucu bileşikler oluşmakta ve aroma oluşumuna katkı sağlanmaktadır (Kaya ve Kaban, 2010). Bu çalışmada kavurma örneklerinde beş keton bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden aseton, en yüksek seviyeyi %20 yağ oranında vermiştir. Yağ oranı %10 ve %15 olan gruplar arasında ise istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir. Tuz oranı, tanımlanan hiçbir keton bileşiği üzerinde istatistiki açıdan önemli etki göstermemiştir (P>0.05) (Tablo 1). Genellikle β-keto asitlerin ürünleri olan ve ısıl işleme trigliseritlerden türetilen metilketonlar tarafından aroma hissedilmektedir. Ketonların, özellikle 2-ketonların, fazla miktarlarda bulunmaları ve kendilerine has aromaları olması nedeniyle et ve et ürünlerinin aroması üzerinde büyük etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Domínguez ve ark., 2014).

Farklı yağ ve tuz oranları kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde asetaldehit, 3-metilbutilaldehit, pentanal, heksanal, heptanal, benzaldehit, oktanal, nonanal, dekanal, 4-(1-metiletil)-benzaldehit ve 1-bütanal olmak üzere 11 aldehit belirlenmiştir. Bu bileşikler üzerinde farklı tuz ve yağ oranlarının önemli bir etkisi olmamıştır (Tablo 1). Farklı hayvansal yağlar kullanılarak üretilen kavurma üzerinde yürütülen bir çalışmada da asetaldehit, pentanal, heksanal, heptanal, oktanal, nonanal ve 2-metil-3-fenil propanal tespit edilmiş ve farklı hayvansal yağ ve bu yağların kombinasyonlarının kullanımının benzaldehit ve nonanal üzerinde önemli etki gösterdiği rapor edilmiştir (Şişik Oğraş ve ark., 2018). Genellikle lipit oksidasyonu ve amino asit katabolizması sonucu oluşan aldehitler, düşük

duyum eşik değerleri ile aroma üzerinde önemli rol oynamaktadır (Ordenez ve ark., 1999). Aldehitler arasında pişmiş et kaynaklı en sık belirlenen bileşik heksanal olup pişmiş ette erken depolama aşamalarında et lezzetinin bozulmasının bir indeksi olarak kabul edilmektedir (Min ve Ahn, 2005). Diğer taraftan heksanalın sığır eti aromasına olumlu katkıda bulunduğu, ancak çok yüksek konsantrasyonlarda istenmeyen bir bileşik olduğu da belirtilmektedir (Calkins ve Hodgen, 2007). Uzun Özcan ve Bozkurt (2010)

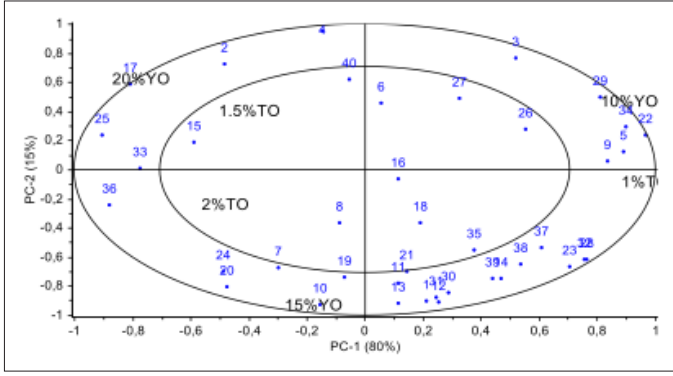
tarafından kavurma üzerinde yürütülen bir çalışmada da heksanal içeriğinin %1.5 oranında tuz içeren gruplarda istenmeyen lezzete neden olduğu bildirilmiştir.

Kavurma örneklerinde belirlenen diğer bir uçucu bileşen grubu ise alkollerdir. Belirlenen 5 alkol bileşiği içerisinde sadece etanol üzerinde incelenen faktörler etkili olmuştur (Tablo 1). En yüksek ortalama etanol içeriği %20 yağ içeren grupta belirlenmiştir. %10 ve %15 yağ içeren grupların etanol içeriklerine ait ortalamalar ise

Tablo 1. Farklı yağ ve tuz oranı kullanılarak üretilen kavurma örneklerinin uçucu bileşik profili (Aux106)

No	Bileşik adı	KI	Yağ Oranı (YO)				Tuz Oranı (TO)			YOxTO
			%10	%15	%20	%1	%1.5	%2		
Ketonlar										
1	Propan	<500	0.28±0.12	0.36±0.17	0.20±0.24	0.28±0.17	0.23±0.18	0.33±0.23	-	
2	Aseton	530	5.63±1.48b	4.25±2.49b	7.06±2.13a	5.05±3.04	5.64±1.94	6.24±1.88	-	
3	2,3-Butandion	657	5.10±3.87	4.57±4.07	5.04±4.32	5.12±4.06	4.84±3.93	4.77±4.30	-	
4	Asetoin	779	1.34±0.74	0.74±0.70	1.40±0.89	1.04±0.80	1.27±0.83	1.18±0.87	-	
5	2-Okten	806	0.99±0.64	0.79±0.57	0.67±0.62	0.89±0.68	0.83±0.71	0.74±0.44	-	
Aldehitler										
6	Asetaldehit	623	2.21±0.41	1.99±0.72	2.24±0.44	2.16±0.43	2.02±0.42	2.26±0.73	-	
7	3-Metilbutiraldehit	686	0.91±0.58	1.24±1.07	1.04±1.21	1.08±1.17	1.11±0.88	1.00±0.92	-	
8	Pentanal	742	7.63±6.16	7.57±7.63	7.41±5.07	7.33±3.62	6.99±5.90	8.29±8.55	-	
9	Hekzanal	850	46.36±17.68	43.51±18.25	43.93±21.16	50.98±18.67	41.39±16.78	41.44±20.05	-	
10	Heptanal	955	1.49±0.66	2.18±1.17	1.68±0.74	1.85±0.82	1.51±0.69	1.98±1.16	-	
11	Benzaldehit	1026	0.91±0.73	1.21±1.19	1.01±1.13	1.18±1.04	0.81±0.98	1.14±1.06	-	
12	Oktanal	1051	0.89±0.66	1.84±1.77	0.87±0.62	1.59±1.73	0.77±0.56	1.25±0.98	-	
13	Nonanal	1143	0.79±0.41	1.02±0.46	0.63±0.42	0.80±0.49	0.69±0.37	0.95±0.48	-	
14	Dekanal	1267	0.30±0.40	0.37±0.40	0.13±0.18	0.28±0.35	0.25±0.28	0.27±0.42	-	
15	4-(1-metiletil)-benzaldehit	1283	1.32±2.71	1.67±2.53	2.41±3.94	1.87±2.94	1.68±3.49	1.85±3.01	-	
16	1-Butanal	1425	0.19±0.13	0.14±0.13	0.11±0.07	0.11±0.10	0.14±0.10	0.19±0.13	-	
Alkoller										
17	Etanol	539	35.57±13.73b	34.29±10.72b	47.68±10.09a	32.95±11.83b	44.25±10.18a	40.33±14.45b	*	
18	1-Penten-3-ol	743	0.71±0.61	0.71±0.91	0.71±0.69	0.74±0.58	0.61±0.67	0.78±0.94	-	
19	1-Hekzanol	930	0.43±0.41	0.64±0.78	0.55±0.69	0.61±0.74	0.41±0.50	0.60±0.68	-	
20	1-Okten-3-ol	1006	0.70±0.60	2.73±2.59	1.84±1.92	1.70±1.93	1.29±1.45	2.28±2.58	-	
21	2-etil-1-hekzanol	1084	3.21±0.75	3.44±1.17	3.23±1.23	3.41±1.32	2.96±0.66	3.51±1.06	-	
Sülfürlü bileşikler										
22	Karbondisülfür	535	35.68±14.32a	19.55±13.92b	17.47±7.51b	33.09±16.73a	21.29±13.54b	18.32±8.67b	*	
23	2-Merkapto-4-feniltiyazol	1005	0.53±0.61	0.71±0.73	0.24±0.16	0.79±0.81	0.23±0.12	0.46±0.45	-	
Lakton										
24	Butirolakton	561	0.98±0.78	1.68±3.05	0.99±1.41	0.76±1.09	1.08±1.91	1.81±2.60	-	
Alifatik hidrokarbonlar										
25	Hekzan	600	2.38±1.65	2.45±2.52	2.87±3.36	2.05±1.72	2.75±3.18	2.89±2.66	-	
26	Heptan	700	3.07±1.6	2.30±1.88	2.12±1.61	2.38±1.68	2.58±1.67	2.53±1.89	-	
27	Oktan	800	3.01±1.8	1.76±0.68	1.89±1.34	1.89±1.10	2.41±1.68	2.36±1.53	-	
28	Dekan	1000	0.79±0.70	0.84±0.62	0.35±0.40	0.83±0.79	0.51±0.43	0.64±0.57	-	
Esterler										
29	Etil asetat	648	7.63±3.48a	3.25±2.25b	4.48±2.02a	6.35±4.10	4.35±2.66	4.66±2.44	-	
30	Butil propiyonat	952	1.85±1.48	2.34±2.90	1.47±2.13	2.06±2.07	1.33±1.52	2.27±2.90	-	
31	Propil hekzanoat	1151	0.94±0.39	1.54±1.03	0.80±0.61	1.25±1.04	1.04±0.60	0.99±0.66	-	
32	Hekzil büanoat	1221	1.21±0.63	1.26±0.89	0.80±0.51	1.32±0.90	0.84±0.37	1.12±0.71	-	
33	Propanoik asit. 2-metil-butil ester	1463	0.16±0.21	0.30±0.45	0.54±0.63	0.24±0.29	0.25±0.26	0.50±0.72	-	
Aromatik hidrokarbonlar										
34	Toluen	797	3.88±3.34a	1.74±1.01b	2.27±1.22b	4.03±3.19a	1.72±0.94b	2.15±1.44b	**	
35	Etil benzen	888	0.38±0.46	0.79±1.46	0.55±0.59	0.96±1.40	0.31±0.34	0.45±0.66	-	
36	p-Ksilen	898	0.30±0.28	0.76±0.71	0.86±0.87	0.53±0.61	0.67±0.67	0.72±0.83	-	
37	Stiren	935	0.55±0.70	0.69±0.87	0.52±0.69	0.81±0.98	0.42±0.58	0.53±0.59	-	
Dallanmış aldehit										
38	2,2,4,6,6-pentametil-heptan	987	1.89±1.01	1.91±1.45	1.27±1.12	1.78±1.21	1.38±0.85	1.92±1.51	-	
Furan										
39	2-pentil-furan	990	0.31±0.54	0.48±0.93	0.30±0.48	0.50±0.97	0.22±0.43	0.36±0.49	-	
Terpen										
40	Limonen	1054	0.45±0.60	0.18±0.19	0.36±0.65	0.24±0.55	0.32±0.47	0.43±0.57	-	

a-b: Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0.05). *: P < 0.05. **: P < 0.01.
KI: GC/MS'de DB-624 kolonu için hesaplanan Kovats indeksi



Şekil 1. Kavurmada farklı yağ ve tuz oranı faktörleri ile uçucu bileşikler arasındaki ilişkinin temel bileşen analizi

istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Tuz seviyesi de etanol içeriğini etkilemiş ve en yüksek ortalama değer %1.5 tuz içeren grupta tespit edilmiştir. Buna karşın %1 ve %2 tuz içeren gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$) (Tablo 1). Etanol, karbohidrat metabolizmasının bir ürünüdür. Ancak alkollerin oluşumunda lipit oksidasyonu ve amino asit metabolizması da etkili olmaktadır (Sidira ve ark., 2015).

Araştırmada iki sülfürlü bileşik tanımlanmıştır. Karbondisülfür üzerinde yağ oranı ve tuz oranı $P<0.01$ seviyesinde, bu iki faktörün etkisi ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Karbondisülfür, %10 yağ içeren grupta daha yüksek bir ortalama değer vermiştir. Buna karşın yağ içeriğinin %15 ve %20 olması durumunda ortalama değerler düşüş göstermiş ancak istatistiki açıdan farklılık söz konusu olmamıştır. Tuz faktörü açısından ise en yüksek ortalama karbondisülfür içeriği %1 tuz içeren grupta belirlenmiş ve tuz içeriğinin artması ile miktar azalmıştır. Ancak %1.5 ve %2 kullanılan gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 1). Sülfürlü bileşikler, enzimatik reaksiyonlar ve ısıl işlem uygulamaları ile oluşabilmekte, düşük aroma ve tat duyumu eşiklerinden dolayı düşük konsantrasyonlarda dahi duyusal potansiyel sergileyebilmektedir (McGorin, 2011).

Et ürünlerinde düşük duyumu eşik değerleri ile aroma üzerinde rol oynayan bir başka grup esterlerdir. Bu bileşikler genellikle alkollerin ve karboksilik asitlerin esterifikasyonu sonucu oluşmaktadır. Ayrıca asetaldehit, propanal, bütanal, pentanal ve oktanalın esterleşmesi sonucunda sırasıyla etil asetat, etil propanoat, etil bütanoat, etil heksanoat ve etil oktanoat oluşabildiği de belirtilmektedir. Diğer taraftan etil asetat, etil propionat, propil asetat ve etil bütanoat gibi düşük moleküler ağırlıklı esterler, karbohidrat katabolizmasından da kaynaklanabilmektedir (Rotschakul ve ark., 2009). Bu araştırmada beş ester bileşiği belirlenmiş ve bu bileşiklerden etil asetat üzerinde yağ oranı faktörü istatistiki açıdan önemli etki göstermiştir. Bu bileşik için en yüksek ortalama değer, yağ oranının %10 seviyesinde olması durumunda tespit edilmiştir (Tablo 1).

Farklı yağ ve tuz oranları kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde aromatik hidrokarbon olarak toluen, etil benzen, p-kilsen ve stiren tanımlanmıştır. Bununla birlikte sadece toluen incelenen faktörlerden etkilenmiştir. Bu bileşik için en yüksek ortalama değer, %10 yağ içeren grupta belirlenmiştir. Ayrıca %1 tuz içeren grup toluen açısından en yüksek ortalama değeri göstermiştir. (Tablo 1). Toluene, p-kilsen ve stiren, Şişik Oğraş ve ark. (2018) tarafından da kavurma örneklerinde tespit edilmiştir. Toluene, lipit

degradasyonu (Çakır ve ark., 2013) ve amino asit katabolizması sonucu oluşabileceği bildirilmektedir (Marco ve ark., 2008).

Araştırmada belirlenen alifatik hidrokarbonlar (hekzan, heptan, oktan ve dekan) üzerinde tuz ve yağ faktörlerinin önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Yüksek eşik değerlerinden dolayı alifatik hidrokarbonların aroma üzerindeki etkileri oldukça sınırlıdır (Ramirez ve Cava, 2007). Araştırmada lakton, dallanmış hidrokarbon, furan ve terpen gruplarına ait sırasıyla butirolakton, 2,2,4,6,6-pentametil-heptan, 2-pentil furan ve limonen bileşikleri de tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu bileşiklerden hiç biri üzerinde yağ ve tuz oranı faktörlerinin önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). 2-pentil furan ve limonen bileşikleri, Şişik Oğraş ve ark. (2018) tarafından farklı hayvansal yağlar kullanılarak üretilen kavurma örneklerinde de belirlenmiştir.

Kavurmada farklı yağ ve tuz oranı faktörleri ile uçucu bileşikler arasındaki ilişki temel bileşen analizi ile incelenmiştir (Şekil 1). Temel bileşen analizinde iki komponent, toplam bileşenin %95'ini (%80 PC1 ve %15 PC2) oluşturmuştur. PC1 toplam korelasyonunun %80'ini oluşturarak iyi bir ayırım göstermiştir. Yağ oranı %10 olan grup PC1'in pozitif tarafında yer almış ve PC1'in negatif tarafında yer alan %15 ve %20 yağ oranı içeren gruplarla negatif bir ilişki göstermiştir. Tuz oranı açısından %1 tuz oranına sahip grup PC1'in pozitif tarafına yerleşmiş ve %1.5 ve %2 tuz oranı içeren gruplar ile negatif bir korelasyon sergilemiştir. Diğer taraftan %10 yağ oranı ve %1 tuz oranı içeren gruplar arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda önemli bulunan bileşiklerden etanol (no 17) hariç diğer bileşikler PC1'in pozitif tarafına yerleşmiş ve %10 yağ oranı ve %1 tuz oranı içeren gruplarla pozitif bir korelasyon göstermişlerdir. Ayrıca uçucu bileşikler daha çok PC1'in pozitif tarafında yoğunlaşmıştır. Bu sonuçlara göre kavurmada %1 tuz ve %10 yağ oranı kullanımı uçucu bileşikler üzerinde daha etkili olmaktadır.

Sonuç

Ette aroma oluşumu pek çok faktörden etkilenmekle birlikte yağlar ve düşük moleküler ağırlıklı suda çözünen bileşikler, pişmiş et lezzetinin en önemli öncüllerini oluşturmaktadır. Maillard reaksiyonu, pişmiş et aroma bileşiklerinin oluşumunda ana yol olarak kabul edilmektedir. Ayrıca pişirme sırasında lipit oksidasyonu, lipit oksidasyon ürünleri ile Maillard reaksiyonu ürünlerinin etkileşimi ve Maillard reaksiyonu sırasında ısıl işlemin bir sonucu olarak indüklenen reaksiyonlar, pişmiş etlerin karakteristik aroması ve lezzetinden sorumlu uçucu aroma bileşenlerinin üretimini sağlamaktadır. Mevcut çalışmada farklı oranlarda yağ kullanımı kavurmada sınırlı sayıda uçucu bileşik üzerinde etki göstermiştir. Kavurma üretiminde farklı oranlarda tuz kullanımı da uçucu bileşik profilinde sınırlı bir etkiye neden olmuştur. Bununla birlikte temel bileşen analiz sonuçlarına göre %1 tuz ve %10 yağ kombinasyonu, pozitif bir korelasyon göstererek daha fazla uçucu bileşik üzerinde etkili olmuştur.

Hakem değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Tasarım - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Denetleme - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Kaynaklar - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Malzemeler - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Analiz ve/veya Yorum -; D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Literatür Taraması - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Yazıyı Yazan - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Eleştirel İnceleme - D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.;

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no:2015/164).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Design – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Supervision – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Resources – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Materials – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Data Collection and/or Processing – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Analysis and/or Interpretation – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Literature Search – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Writing Manuscript – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.; Critical Review – D.B.K., Z.F.Y.O., G.K.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: This study was supported by Atatürk University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: 2015/164).

Kaynaklar

- Aksu, M.İ., & Kaya, M. (2005). The effect of α -tocopherol and butylated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, a cooked meat product. *Meat Science*, 71(2), 277-283.
- Belitz, H.D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Meat (12.section, pp.605-607), In: *Food Chemistry*, Springer-Verlag, Germany.
- Calkins, C. R., & Hodgen, J. M. (2007). A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, 77, 63-80.
- Çakir, M.A., Kaya, M., & Kaban, G. (2013). Effect of heat treatment on the volatile compound profile and other qualitative properties of sucuk. *Fleischwirtschaft International*, 5, 69-74.
- Dominguez, R., Gomez, M., Fonseca, S., & Lorenzo, J.M. (2014). Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *LWT- Food Science and Technology*, 58, 439-445.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., & Zorba, Ö. (2004). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Atatürk Üniv. Yayın No:786, Ziraat Fak. Yayın No:320. Ders Kitapları Serisi No:70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82, 17-23.
- Khan, M.I., Jo, C., & Tariq, M.R. (2015). Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors- A systematic review. *Meat Science*, 110, 278-284.
- Kaya, M., & Kaban, G. (2010). Et Ürünleri Teknolojisi II. Et ve et ürünlerinin kalite kontrolü (pp. 44-61), Ed: M. Kivanç. Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir.
- Lee, K.G., & Shibamoto, T. (2002). Toxicology and antioxidant activities of non-enzymatic browning reaction products: review. *Food Reviews International*, 18 (2-3), 151-175.
- Marco, A., Navarro, J.L., & Flores, M. (2008). The sensory quality of dry fermented sausages as affected by fermentation stage and curing agents. *European Food Research and Technology*, 226(3), 449-458.
- McGorin, R.J. (2011). The significance of volatile sulfur compounds in food flavors. In: *Volatile sulfur compounds in food*, M. Qian, X. Fan, and K. Mahattanatawee, Eds., Chapter 1, pp. 3-31, ACS Symposium Series 1068, ACS Books, Washington.
- Min, B., & Ahn, D. U. (2005). Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A review. *Food Science and Biotechnology*, 14, 152-163.
- Olivares, A., Navarro, J.L., & Flores, M. (2009). Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*, 115, 1464-1472.
- Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J.M., & Hoz, L. (1999). Changes in the components of dry- fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4), 329-367.
- Ramirez, R., & Cava, R. (2007). Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian x duroc genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1923-1931.
- Roldan, M., Loebner, J., Degen, J., Henle, T., Antequera, T., & Carrascal, J.R. (2015). Advanced glycation end products, physico-chemical and sensory characteristics of cooked lamb loins affected by cooking method and addition of flavour precursors. *Food Chemistry*, 168, 487-495.
- Rotsatchakul, P., Visanguan, W., Smitinont, T., & Chaiseri, S. (2009). Changes in volatile compounds during fermentation of nham (Thai fermented sausage). *International Food Research Journal*, 16, 391-414.
- Sohail, A., Al-Dalali, S., Wang, J., Xie, J., Shakoor, A., Asimi, S., Shah, H., & Patil, P. (2022). Aroma compounds identified in cooked meat: A review. *Food Research International*, 157, 111385.
- Sidira, M., Kandyli, P., Kanellaki, M., & Kourkoutas, Y. (2015). Effect of immobilized *Lactobacillus casei* on volatile compounds of heat treated probiotic dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 178, 201-207.
- Şişik Oğraş, Ş., Akköse, A., Kaban, G., & Kaya, M. (2018). Volatile profile and fatty acid composition of kavurma (a cooked uncured meat product) produced with animal fat combinations. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 364-373.
- Uzun Özcan, A., & Bozkurt, H. (2010). Changes in headspace flavour component composition and texture of kavurma during cooking process. *Fleischwirtschaft International*, 2, 137-140.
- Vural, H., & Öztan, A. (1989). Geleneksel et ürünümüz kavurma I. Et ve Balık Kurumu Endüstri Dergisi, 58(9), 22-28.

Evaluation of toxic metals content and microbial contamination of parsley (*Petroselinum crispum*) prepared from local farms in Kushal and Layalestan regions (Lahijan city, north of Iran)

Pegah GHIASVANDNIA¹ 

Milad SHEYDAEI^{2*} 

Milad EDRAKI³ 

¹Department of Chemical Engineering, Islamic Azad University, Technical Faculty, Lahijan Branch, Lahijan, Iran

²Faculty of Polymer Engineering, Sahand University of Technology, Tabriz, Iran

³Department of Polymer, Islamic Azad University, Technical Faculty, Tehran, Iran

ABSTRACT

Toxic metals are one of the important environmental contaminants that have been created for humans with the development of societies. These toxic metals with high stability and accumulative properties can cause many problems. Due to the low price of parsley (*Petroselinum crispum*) and the high use of it by local people (North of Iran) in their meals, this study evaluated the contamination of parsley. Therefore, the amount of toxic metals including arsenic (As), cadmium (Cd), lead (Pb), and mercury (Hg) in parsley prepared from local farms in Kushal and Layalestan regions (Lahijan city, North Iran) was evaluated. On the other hand, bacteria and fungi, which are also known as pathogens, are harmful to human health. Hence, all samples were evaluated for microbial contamination (total microbial count). For this purpose, three samples of parsley were prepared from each region (local farm), and the content of toxic metals and microbial contamination was investigated. The results showed that the samples of a farm had toxic metals and microbial contamination beyond the standard due to its proximity to the main road and the mine.

Keywords: Toxic metals, Microbial contamination, Parsley, Environmental contaminants

Introduction

Pollution of resources such as soil, water and air is a major crisis to natural ecosystems and human health that has emerged with industrialization and urbanization (Anastopoulos *et al.* 2017; Li *et al.* 2020). The presence of toxic metals in arable lands and their transfer to crops is a risk to human health. Metals play a main role in many biological and molecular processes, but elements such as As, Pb, Cd, and Hg have not any known functionality in the human body and are very harmful to health more than certain levels (Cannas *et al.* 2020; Domingo and Marquès, 2021). Industrial discharge, agrochemicals, plastics, and mining are the main sources of toxic metal pollution in the environment, and when plants grow in metal-contaminated soils or are irrigated with contaminated water, toxic metals can accumulate in plants (Alinia-Ahandani *et al.* 2020; Edraki *et al.* 2022; Sheydaei 2022; Sheydaei and Alinia-Ahandani, 2021; Yaashikaa *et al.* 2022). Continuous exposure to such toxic metals can cause main problems for human health. For example, Cd poisoning can cause cardiotoxicity and hypertension, or Hg toxicity can cause coronary heart disease, myocardial infarction, carotid artery occlusion, and atherosclerosis (Sevim *et al.* 2020). On the other hand, diseases transmitted from food groups such as meat, fruits, and vegetables continue to have negative effects on public health (Sharma *et al.* 2020; Ibrahim *et al.* 2021). These diseases can be caused by ingesting pathogens or consuming toxins produced by them in food products (Soni *et al.* 2022). The outbreak of food-borne diseases leads to a high rate of mortality, and according to the World Health Organization, this global death rate will increase to 10 million people annually if effective measures are not taken by 2050 (Ibrahim *et al.* 2021). Contamination of products with pathogens can have different sources, such as the use of land-application of raw manure, contaminated irrigation water, use of immature compost, contaminated soil, fecal contamination, and contamination of cutting and packing rooms (Thakali and MacRae 2021). In a previous study, we investigated the amount of toxic metals in parsley (*Petroselinum crispum*) obtained from local farms in Baz Kia Gorab region (Lahijan city, north of Iran), and the results showed that the amount of toxic metals was higher than the standard level (Sheydaei *et al.* 2022). Herein, parsley was chosen for this study because it is widely used by local people in their meals. Also, the study regions (Kushal and Layalestan) were selected because they were a distance from the city and close to the main road and mine. For this purpose, the microbial contamination (total microbial count) as well as the concentration of heavy metals such as Pb, As, Hg, and Cd in parsley obtained from these regions were investigated.

Geliş Tarihi/Received: 27.01.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 06.03.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Milad Sheydaei

E-posta: mi_sheydaei@sut.ac.ir,

m.sheydaei@yahoo.com

Cite this article: Ghiasvandnia P., Sheydaei, M., & Edraki, M. (2023). Evaluation of toxic metals content and microbial contamination of parsley (*Petroselinum crispum*) prepared from local farms in Kushal and Layalestan regions (Lahijan city, north of Iran). *Food Science and Engineering Research*, 2(1), 23-27.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

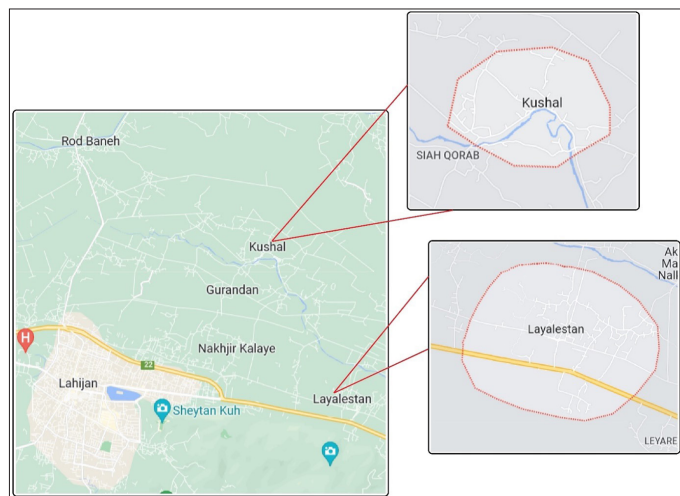


Figure 1. Regions selected for evaluation (<https://www.google.com/maps/place/Layalestan,+Gilan+Province/@37.2124763,50.0605327,13.75z/data>).

Experimental

Materials

The samples were prepared from Kushal and Layalestan regions in Lahijan (north of Iran). A total of 6 samples of parsley were gathered from local farms. The samples were gathered from their original positions and packed in clean-checked polyethylene bags. Then, we started labeling, carried them to the lab, and kept them in the refrigerator until analysis. Nitric acid (65%), hydrochloric acid (37%), hydrogen peroxide (30%), potassium chloride, and all other solvents and chemicals were purchased from Merck Chemicals Co. (Germany) and used as received.

Preparation and analysis of samples

Digestion and statistical analysis of the samples were performed according to the method described in the previous study (Sheydaei *et al.* 2022). The concentrations of heavy metals were investigated on a flame atomic absorption spectrometer (SavantAA, GBC). Also, microbial contamination (total microbial count) was performed according to the procedure which was described in the literature and Iran's national standard (Institute of Standards of Iran 2014). Briefly, the desired dilutions prepared with sterile physiological serum were carried out in plate count agar (Scharlau) and incubated for 72 h at 30 °C (Soltan Dallal *et al.* 2016). In addition, the following equation was used to calculate microbial contamination (Institute of Standards of Iran 2014).

$$a = \frac{\Sigma C}{V(N + 0.1n) \times d}$$

Where, ΣC , V , N , n , and d are the total number of microorganisms in the plate, the volume used of the desired dilution, the number of primary dilution plates, the number of higher dilution plates, and the initial dilution exponent, respectively.

Results and Discussion

In this study, two regions were selected (see Fig. 1) and samples were prepared from three local farms in each region (see Fig. 2).

The contents of toxic metals in the samples are summarized in Tables 1 and 2. The evaluation results of the Layalestan region



Figure 2. The location of selected farms in each region for evaluation (https://satellites.pro/iran_map#37.202493,50.081692,15 ; https://satellites.pro/iran_map#37.232531,50.054955,15).



Figure 3. The quarry in the Layalestan region (https://satellites.pro/iran_map#37.195523,50.078988,17).

show that sample 1 contains more toxic metals than the standard level (see Table 1). In fact, the investigated farm (sample 1) is located very close to the main road and there is also a mine there (see Fig. 3). The pollution of resources by heavy metals from automobile has been proven (Chen *et al.* 2005). In fact, these metals are released from burning fuel, corrosion of batteries, wear of brake linings, wear of tires, and leakage of oils (Blok 2005). On the other hand, many pesticides contain As and Cd, and their excessive use causes the pollution of resources (Ahandani *et al.* 2022). It can be said that the suburbs are highly polluted by toxic metals due to their proximity to mines, industrial town, hospitals, and main road where thousands of automobile travel daily. This fact can be clearly seen in the results of samples 2 and 3, which contain toxic metals less than the standard level due to being far from the location of sample 1. According to the

Table 1. Toxic elements concentrations in parsley samples from the Layalestan region

Metal (mg/kg)	Range	Mean \pm SDd
Pb	^a 0.80 - 1.60	^a 1.10 \pm 0.10
	^b 0.20 - 0.31	^b 0.26 \pm 0.10
	^c 0.16 - 0.22	^c 0.20 \pm 0.11
Cd	^a 0.36 - 0.94	^a 0.62 \pm 0.10
	^b 0.14 - 0.18	^b 0.15 \pm 0.05
	^c 0.13 - 0.14	^c 0.11 \pm 0.05
Hg	^a 0.06 - 0.11	^a 0.086 \pm 0.05
	^b 0.009 - 0.01	^b 0.01 \pm 0.05
	^c 0.006 - 0.01	^c 0.008 \pm 0.05
As	^a 0.12 - 0.20	^a 0.16 \pm 0.10
	^b 0.04 - 0.10	^b 0.06 \pm 0.05
	^c 0.03 - 0.08	^c 0.05 \pm 0.05

Note: ^aSample 1, ^bSample 2, ^cSample 3, ^{**}SD = Standard deviation ^{***}The international standard for Pb, Cd, Hg, and As is 0.3, 0.2, 0.01, and 0.1, respectively (Codex 1995; Islam and Hoque, 2014).

Table 2. Toxic elements concentrations in parsley samples from Kushal region

Metal (mg/kg)	Range	Mean \pm SDd
Pb	^a 0.10 - 0.20	^a 0.14 \pm 0.05
	^b 0.10 - 0.20	^b 0.14 \pm 0.05
	^c 0.11 - 0.24	^c 0.18 \pm 0.10
Cd	^a 0.06 - 0.10	^a 0.08 \pm 0.10
	^b 0.04 - 0.10	^b 0.07 \pm 0.05
	^c 0.07 - 0.10	^c 0.08 \pm 0.05
Hg	^a 0.004 - 0.006	^a 0.005 \pm 0.03
	^b 0.004 - 0.006	^b 0.005 \pm 0.03
	^c 0.004 - 0.007	^c 0.006 \pm 0.10
As	^a 0.04 - 0.06	^a 0.05 \pm 0.10
	^b 0.04 - 0.07	^b 0.06 \pm 0.10
	^c 0.05 - 0.08	^c 0.07 \pm 0.10

Note: ^aSample 1, ^bSample 2, ^cSample 3, ^{**}SD = Standard deviation ^{***}The international standard for Pb, Cd, Hg, and As is 0.3, 0.2, 0.01, and 0.1, respectively (Codex 1995; Islam and Hoque, 2014).

Table 3. Microbial contamination in parsley (Layalestan region)

Total microbial count	Maximum
Sample 1	1.05 \times 10 ⁵
Sample 2	2.09 \times 10 ⁴
Sample 3	7.7 \times 10 ³

Note: Iran's national standard for the total microbial count is 105 (Institute of Standards of Iran 2014).

Table 4. Microbial contamination in parsley (Kushal region)

Total microbial count	Maximum
Sample 1	4 \times 10 ³
Sample 2	2.2 \times 10 ³
Sample 3	4.5 \times 10 ³

Note: Iran's national standard for the total microbial count is 105 (Institute of Standards of Iran 2014).

obtained results, it can be said that the planting of vegetables in region 1 should not be done because the toxic metals are more than the standard and the sources of production of these toxic metals (the main road and mine) are out of the control of the local people. So it can be said that the only way is not to grow the crop or to build a greenhouse and isolate it from the environment.

The result of the evaluation of Kushal region shows that all the samples contain toxic metals less than the standard level (see Table 2). These results show the fact that the regions that are still spared from industrial expansion are less polluted. Heavy metals have accumulative properties, high stability, and toxic effects, and on the other hand, these compounds are not metabolized in the body, their high accumulation can be very harmful to humans (Sheydaei *et al.* 2022) Heavy metals can cause mental retardation, hearing impairment, immune system dysfunction, brain diseases, blindness, muscle weakness, and cancer (Alinia-Ahandani

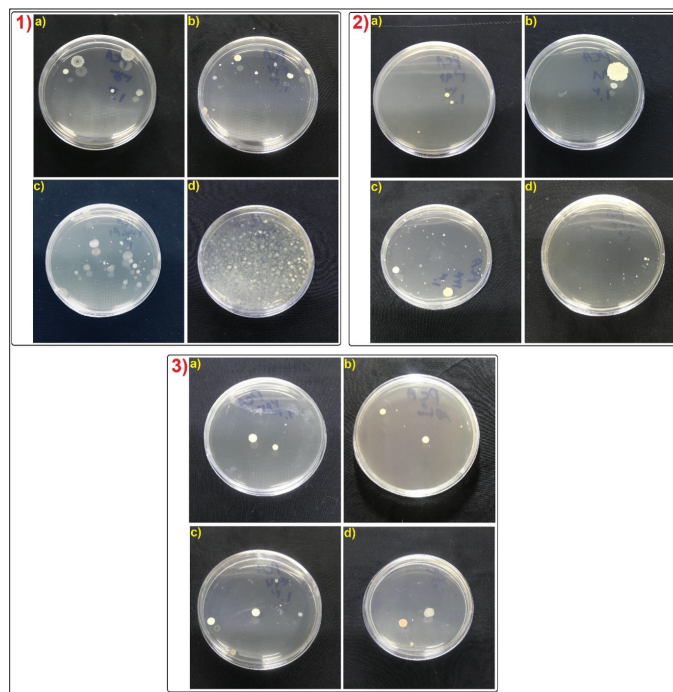


Figure 4. Observations of the total microbial count of each sample in Layalestan region: (a and b) sample with 10⁴ dilution (c and d) sample with 10³ dilution.

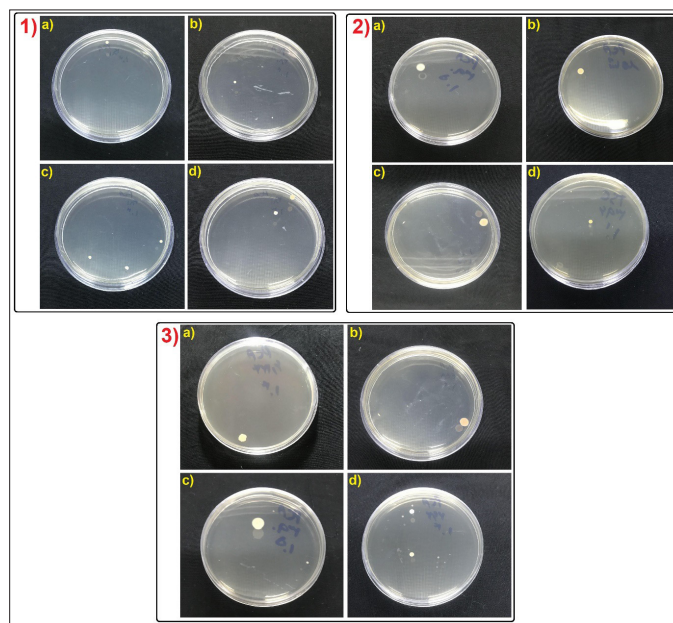


Figure 5. Observations of the total microbial count of each sample in Kushal region: (a and b) sample with 10⁴ dilution (c and d) sample with 10³ dilution.

et al. 2021; Sheydaei *et al.* 2020). Therefore, the contamination of resources with heavy metals can be an important problem.

In this study, microbial contamination (total microbial count) was also investigated, the results of which can be seen in Tables 3 and 4 as well as Figures 4 and 5. Due to the lack of proper disinfection, vegetables can be a source of bacterial contamination, and

the presence and content of microorganisms vary depending on many factors such as the type of product, agricultural activities, and geographic region (Ibenyassine *et al.* 2007). Moreover, excessive use of pesticides and fertilizers also causes crop contamination, and farmers should receive the necessary training in this field (Beuchat 2002). Although pathogens can be reduced by washing vegetables, but the presence of pathogens inside the plant tissue and the hydrophobicity of the plant surface limit its effectiveness to some extent (Olaimat and Holley, 2012). As the results show (Tables 3 and 4), according to the national standard of Iran (standard 5272), except for sample 1 of Layalestan region, the rest of the samples are acceptable (they are free of contamination).

Conclusions

In summary, the amount of toxic metals in parsley (*Petroselinum crispum*) collected from local farms in the Kushal, and Layalestan regions were investigated. The results showed that the sample of a farm in the Layalestan region had more toxic metals than the standard level. High levels of toxic metals can have major harmful effects on humans. Also, investigation of microbial contamination of vegetables showed that only 1 sample from Layalestan region was unacceptable. This study shows that crops should be continuously investigated. Since the assessment of heavy metals and microbial contamination is a specialty and also relatively expensive, governments should periodically investigate these contaminations and investigate crops in local farms and markets.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – P.G., M.S., M.E.; Design – P.G., M.S., M.E.; Supervision – P.G., M.S., M.E.; Resources – P.G., M.S., M.E.; Materials – P.G., M.S., M.E.; Data Collection and/or Processing – P.G., M.S., M.E.; Analysis and/or Interpretation – P.G., M.S., M.E.; Literature Search – P.G., M.S., M.E.; Writing Manuscript – P.G., M.S., M.E.; Critical Review – P.G., M.S., M.E.; Writing Manuscript – P.G., M.S., M.E.

Declaration of Interests: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

References

- Ahandani, E. A., Terepoei, Z. A., Sheydaei, M., Akram, M., & Selamoglu, Z. (2022). Evaluation of Some Toxic Elements in the Soil of Langerud: Northern Iran. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 17, 84-87.
- Alinia-Ahandani, E., Alizadeh-Terepoei, Z., Sheydaei, M., & Peysepar-Balalami, F. (2020). Assessment of soil on some heavy metals and its pollution in Roodsar-Iran. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 28(5), 21977-21979.
- Alinia-Ahandani, E., Sheydaei, M., Akram, M., Selamoglu, Z., Alizadeh-Terepoei, Z., & Alinia-Ahandani, M. (2021). Heavy Metals Concentrations in Some Roadsides with Different Traffic Volumes in Rasht City-Iran. *Open Access Journal of Biogeneric Science and Research*, 7(1), 1-4.
- Anastopoulos, I., Bhatnagar, A., Bikiaris, D. N., & Kyzas, G. Z. (2017). Chitin adsorbents for toxic metals: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(1), 114.
- Beuchat, L. R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and infection*, 4(4), 413-423.
- Blok, J. (2005). Environmental exposure of road borders to zinc. *Science of the Total Environment*, 348(1-3), 173-190.
- Cannas, D., Loi, E., Serra, M., Firinu, D., Valera, P., & Zavattari, P. (2020). Relevance of essential trace elements in nutrition and drinking water for human health and autoimmune disease risk. *Nutrients*, 12(7), 2074.
- Chen, T. B., Zheng, Y. M., Lei, M., Huang, Z. C., Wu, H. T., Chen, H., ... & Tian, Q. Z. (2005). Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. *Chemosphere*, 60(4), 542-551.
- Codex, F. A. O. (1995). *Alimentarius, general requirements (food hygiene)*. Rome: FAO.
- Domingo, J. L., & Marquès, M. (2021). The effects of some essential and toxic metals/metalloids in COVID-19: A review. *Food and Chemical Toxicology*, 152, 112161.
- Edraki, M., Mousazadeh Moghaddampour, I., Banimahd Keivani, M., & Sheydaei, M. (2022). Characterization and antimicrobial properties of Matcha green tea. *Chemical Review and Letters*, 4(2), 120-129.
- Ibenyassine, K., Mhand, R. A., Karamoko, Y., Anajjar, B., Chouibani, M., & Ennaji, M. M. (2007). Bacterial pathogens recovered from vegetables irrigated by wastewater in Morocco. *Journal of environmental health*, 69(10), 47-51.
- Ibrahim, S. A., Ayivi, R. D., Zimmerman, T., Siddiqui, S. A., Altemimi, A. B., Fidan, H., ... & Bakhshayesh, R. V. (2021). Lactic acid bacteria as antimicrobial agents: Food safety and microbial food spoilage prevention. *Foods*, 10(12), 3131.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. standard 5272 - Microbiology of foods and food stuffs - detection and enumeration of total microbial count in food (2014).
- Islam, M. S., & Hoque, M. F. (2014). Concentrations of heavy metals in vegetables around the industrial area of Dhaka city, Bangladesh and health risk assessment. *International Food Research Journal*, 21(6), 2121-2126.
- Li, Q., Liu, J., & Gadd, G. M. (2020). Fungal bioremediation of soil co-contaminated with petroleum hydrocarbons and toxic metals. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(21), 8999-9008.
- Olaimat, A. N., & Holley, R. A. (2012). Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. *Food microbiology*, 32(1), 1-19. [Satellites.pro/Iran_map#37.195523,50.078988,17](https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.001)
- [Satellites.pro/Iran_map#37.202493,50.081692,15](https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.001)
- [Satellites.pro/Iran_map#37.232531,50.054955,15](https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.001)
- Sevim, Ç., Doğan, E., & Comakli, S. (2020). Cardiovascular disease and toxic metals. *Current Opinion in Toxicology*, 19, 88-92.
- Sharma, P., Gaur, V. K., Kim, S. H., & Pandey, A. (2020). Microbial strategies for bio-transforming food waste into resources. *Bioresource technology*, 299, 122580.
- Sheydaei, M. (2022). Sodium sulfide-based polysulfide polymers: synthesis, cure, thermal and mechanical properties. *Journal of Sulfur Chemistry*, 43(6), 643-654.
- Sheydaei, M., & Alinia-Ahandani, E. (2021). Breast cancer and the role of polymer-carriers in treatment. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 34(5), 27057-27061.
- Sheydaei, M., Alinia-Ahandani, E., Selamoglu, Z., Alizadeh-Terepoei, Z., & Boghazian-Gharghani, A. (2020). Some Heavy Metals in Different Parts of Consumed Chickens in Lahijan City-Iran; Health Risk Assessment. *Open Access Journal of Biogeneric Science and Research*, 6(1), 1-4.
- Sheydaei, M., Ghasvandnia, P., Edraki, M., & Sheidaie, M. (2022). Investigation of toxic metals content of parsley (*petroselinum crispum*) obtained from local farms in Baz Kia Gorab region (Lahijan city, north of Iran). *Journal of Chemistry Letters*, 3, 114-118.
- Soltan Dallal, M. M., Shojaei, Z. M., Vahedi, S., Mahmoudi, H., Ghanbarzadeh, S., & Hedayati Rad, F. (2016). A Survey of Escherichia Coli, Enterococcus and Total Microbial Count of Packaged and Non-Packaged Fresh Vegetables in Tehran. *Journal of Payavard Salamat*, 10, 220-229.
- Soni, A., Dixit, Y., Reis, M., & Brightwell, G. (2022). Hyperspectral imaging and machine learning in food microbiology: Developments and

-
- challenges in detection of bacterial, fungal, and viral contaminants. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(4), 3717-3745.
- Thakali, A., & MacRae, J.D. (2021). A review of chemical and microbial contamination in food: What are the threats to a circular food system?. *Environmental research*, 194, 110635.
- [Www.google.com/maps/place/Layalestan,+Gilan+Province/@37.2124763,50.0605327,13.75z/data](https://www.google.com/maps/place/Layalestan,+Gilan+Province/@37.2124763,50.0605327,13.75z/data)
- Yaashikaa, P. R., Priyanka, B., Kumar, P. S., Karishma, S., Jeevanantham, S., & Indraganti, S. (2022). A review on recent advancements in recovery of valuable and toxic metals from e-waste using bioleaching approach. *Chemosphere*, 287, 132230.