



Food Science and Engineering Research

*Official Journal of Atatürk University, Agricultural Faculty, Department of Food Engineering
Formerly: ATA-Food Journal*

Volume 3 • Issue 2 • September 2024

EISSN 2980-1451

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/foodscience>

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
E-Mail: mehmet.yuksel@atauni.edu.tr

Editorial Board

İbrahim ÇAKIR

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

Songül ÇAKMAKÇI

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

Bülent ÇETİN

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

Kenan Sinan DAYISOYLU

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

Enes DERTLİ

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

Halef DİZLEK

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

Sezai ERCİŞLİ

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

Mustafa Fatih ERTUGAY

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

İlhami GÜLÇİN

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

Mükerrem KAYA

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

Erhan Sulejmani

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

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

Lütfiye YILMAZ ERSAN

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



Food Science and Engineering Research

AIMS AND SCOPE

Food Science and Engineering Research is a peer reviewed, open access, online-only journal published by the Atatürk University. Food Science and Engineering Research is a biannual journal that is published in English, and Turkish in March and September. As of 2023, the journal has changed its title to Food Science and Engineering Research.

Current Title

Food Science and Engineering Research
EISSN: 2980-1451

Previous Title (2022)

ATA-Gıda dergisi
EISSN: 2822-2776

Food Science and Engineering Research is covered in EBSCO, CABI, and DOAJ.

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 is not limited to, topics relevant to 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 within the journal's scope.

Disclaimer

The statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the views of the editors, editorial board, and/or publisher. The editors, editorial board, and publisher are not responsible for the content of the manuscripts and do not necessarily endorse the views expressed in them. It is the responsibility of the authors to ensure that their work is accurate and well-researched, and the views expressed in their manuscripts are their own. The editors, editorial board, and publisher simply provide a platform for the authors to share their work with the scientific community.

Open Access Statement

Food Science and Engineering Research is an open access publication.

Starting on March 2023, all content published in the journal is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) 4.0 International License which allows third parties to use the content for non-commercial purposes as long as they give credit to the original work. This license allows for the content to be shared and adapted for non-commercial purposes, promoting the dissemination and use of the research published in the journal.

The content published before March 2023 was licensed under a traditional copyright, but the archive is still available for free access.

All published content is available online, free of charge at <https://dergipark.org.tr/en/pub/foodscience>

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://dergipark.org.tr/en/pub/foodscience>



Editor in Chief:

Mustafa ŞENGÜL

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

✉ msengul@atauni.edu.tr

🌐 <https://avesis.atauni.edu.tr/msengul>

☎ +90 0442 231 2489

Contact (Publisher) / İletişim (Yayıncı)

Atatürk University

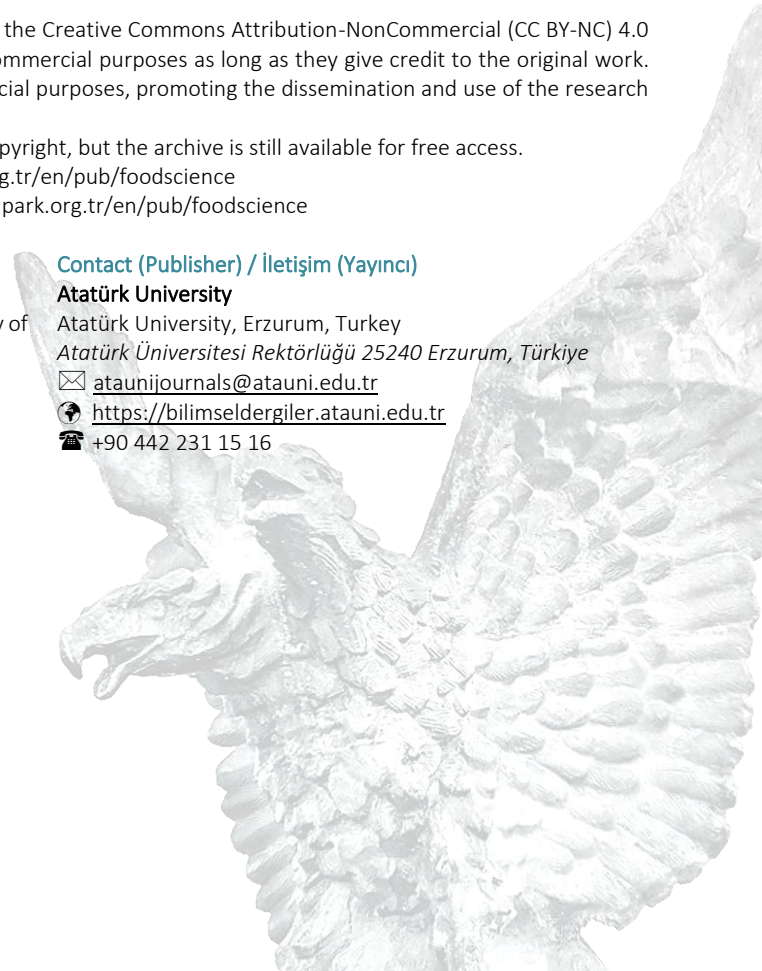
Atatürk University, Erzurum, Turkey

Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü 25240 Erzurum, Türkiye

✉ ataunijournals@atauni.edu.tr

🌐 <https://bilimseldergiler.atauni.edu.tr>

☎ +90 442 231 15 16



Food Science and Engineering Research

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

RESEARCH ARTICLES / ARAŞTIRMA MAKALELERİ

- 104** Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Üretilen Hindi Burgerlerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi
Determination of the Quality Characteristics of Turkey Burgers Produced Using Different Chloride Salts
Kaan ÜNAL, Mine KIRKYOL, Ahmet AKKÖSE
- 114** Atık Kahve Tozu, Karbonat ve Beyaz Sirke Karışımlarından Hazırlanmış Olan Çözeltilerin Karakavak (*Populus nigra L.*) Ahşabında Renk Değiştirici Olarak Kullanılması
The Utilization of Solutions Prepared from Waste Coffee Ground, Baking Soda, and White Vinegar Mixtures for Color Change in Black Poplar (Populus nigra L.) Wood
Ümit AYATA, Osman ÇAMLİBEL
- 123** Geleneksel Yoğurtlardan Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve İzole Edilen Bakterilerin Yoğurt Nitelikleri Üzerine Etkisi
Isolation of Yogurt Bacteria from Traditional Yogurts and the Effect of the isolated Bacteria on Yogurt Characteristics
Mehmet Çağlar FIRAT, Bülent ÇETİN

REVIEW ARTICLE / DERLEME

- 130** Pekmez Üretim Yönteminin Sağlıklı Beslenmedeki Önemi
Importance of Pekmez Production Method in Healthy Nutrition
Ali BATU



Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Üretilen Hindi Burgerlerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of the Quality Characteristics of Turkey Burgers Produced Using Different Chloride Salts

Öz

Araştırmada farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin kalite özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla NaCl, KCl ve CaCl₂ tuzları kullanılarak dört farklı grup hindi burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda %2 NaCl kullanılmış olup diğer üç grupta sırasıyla %1 NaCl + %1 KCl, %1 NaCl + %1 CaCl₂ ve %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ tuz karışımları kullanılmıştır. Üretilen hindi burgerlerde pH, a_w, nem, TBARS ve renk değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenmiş, ayrıca nem tutma ve pişirme verimi hesaplanmış, pişmiş örneklerde ise tekstür profil analizi ve duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Hindi burgerlerde farklı klorür tuzlarının kullanılması pH ve a_w ile renk özelliklerinden L* ve b* değerleri üzerinde etkili olmuştur. Üretimde CaCl₂ kullanılması örneklerin pH değerini düşürmüştür, a_w değerini artırmıştır. En yüksek L* ve b* değerleri %1 NaCl+%0,5 KCl+%0,5 CaCl₂ kullanılan hindi burgerlerde tespit edilmiştir. Diğer yandan nem içeriği, TBARS, a* değeri, nem tutma ve pişirme veriminin farklı klorür tuzları kullanımından etkilenmediği görülmüştür. Yapışkanlık hariç tekstürel özellikler farklı klorür tuzlarının kullanımından etkilenmiş olup NaCl yerine KCl kullanımı sertlik değerinde azalmaya yol açmıştır. NaCl'in %50 oranında CaCl₂ ile ikame edildiği burgerlerde daha düşük esneklik ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir. NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımı kohesivlik ve çiğnenebilirlik parametrelerinde düşümlere neden olmuştur. Farklı klorür tuzlarının kullanımı hindi burgerlerin duyuşal özellikleri üzerinde istatistik olarak önemli bir farklılığa neden olmamıştır (*p*>.05).

Anahtar Kelimeler: Hindi burger, NaCl, KCl, CaCl₂, pH, tekstür

ABSTRACT

In this study, the quality characteristics of turkey burgers produced using various chloride salts were investigated. Four different groups of turkey burgers were produced using NaCl, KCl, and CaCl₂ salts. 2% NaCl was used in the control group, and 1% NaCl + 1% KCl, 1% NaCl + 1% CaCl₂ and 1% NaCl + 0.5% KCl + 0.5% CaCl₂ salts were used in the other three groups, respectively. The pH, a_w, moisture, TBARS and color values of the turkey burgers were determined before and after cooking, moisture retention and cooking efficiency were calculated, and texture profile analysis and sensory evaluation were performed on cooked samples. The use of different chloride salts in turkey burgers affected the pH, a_w, L*, and b* values. Using CaCl₂ in the production process decreased the pH of the samples and increased the a_w value. The highest L* and b* values were detected in burgers treated with using 1% NaCl+0.5% KCl+0.5% CaCl₂. However, moisture content, TBARS, a* value, moisture retention, and cooking yield were not affected by the use of different chloride salts. Textural properties, except for adhesiveness, were affected by different chloride salts, and the use of KCl instead of NaCl led to a decrease in the hardness value. Lower resilience and springiness values were determined in burgers in which NaCl was replaced with 50% CaCl₂. Using KCl or CaCl₂ instead of NaCl caused a decrease in cohesiveness and chewiness. The use of different chloride salts did not cause a statistically significant difference in the sensory properties of the turkey burgers (*p*>.05).

Keywords: Turkey burger, NaCl, KCl, CaCl₂, pH, texture

Kaan ÜNAL

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

Mine KIRKYOL



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

Ahmet AKKÖSE



Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Erzurum, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 18.03.2024
Revizyon Talebi / Revision Requested 17.04.2024
Son Revizyon / Last Revision 18.04.2024
Kabul Tarihi/Accepted 18.04.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 30.09.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Ahmet AKKÖSE

E-mail: akkose@atauni.edu.tr

Cite this article: Ünal, K., Kirkyol, M., Akköse, A. (2024). Determination of the Quality Characteristics of Turkey Burgers Produced Using Different Chloride Salts. *Food Science and Engineering Research*, 3(2), 104-113.



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

Giriş

Et ve et ürünleri, insan beslenmesinde önemli olan besin öğelerini yüksek miktarda içermektedir. Protein miktarı ve kalitesi insan beslenmesinde bu ürünlerin önemini artırmaktadır. Bunun yanı sıra esansiyel amino asitleri ile yağ asitlerini de yeterli ve dengeli bir biçimde içeren et ve et ürünleri vitamin ve mineraller açısından da zengindir (Ekmekçi, 2012; Marti-Quijal et al. 2018). Yeterli ve dengeli beslenmede protein ihtiyacının karşılanması oldukça önem arz etmektedir. Hayvansal gıdalar içerisinde kanatlı etlerinin tüketimi protein ihtiyacının karşılanmasında hem ekonomik hem de verimli bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Kasaplık hayvan etleriyle kıyaslandığında, kanatlı eti protein içeriği açısından daha yüksek bir orana sahiptir. Ancak bu etlerin, ince lifli olmasıyla birlikte yağ ve bağ dokusu oranı kasaplık hayvan etlerine göre daha azdır (Ergezer, 2005). Kanatlı etleri arasında ilk akla gelen tavuk etidir. Bununla birlikte, hindi, ördek, kaz, bıldırcın ve diğer bazı etler de kanatlı hayvan etleri sınıfında bulunmaktadır (Altınel 1995; Ergezer, 2005). Bunlar arasında özellikle son yıllarda hazır gıda üretimi ve tüketiminde hindi etine olan ilgi günden güne artmaktadır.

Hindi eti, beslenmede önem arz eden amino asitleri yeterli ve dengeli miktarda içerirken, B vitaminleri açısından da zengindir. Bu etin yapısında lisin, serin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, metiyonin ve tirozin amino asitleri yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Hindi etinin yağ oranı ve kas içi yağ miktarı da kırmızı ete oranla daha düşüktür (Bor, 2011; Çelik, 2012). Protein oranı yüksek ve kolesterol seviyesi düşük olduğundan sağlık açısından tercih edilebilmektedir. (Koyubenbe ve Konca, 2010; Çelik, 2012; Barbin et al. 2020). Çinko, demir, bakır, magnezyum, potasyum, fosfor ve mangan gibi mineraller ile askorbik asit, riboflavin, tiamin, nisin, A, B₆ ve B₁₂ vitaminlerini de içermektedir. Ayrıca kendine özgü aroması tüketici talebini artırmaktadır. Bu özellikler hindi etinin yalnızca taze olarak tüketimini değil aynı zamanda çeşitli et ürünlerine işlenmesini de beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda son yıllarda hindi eti kullanılarak köfte, döner, sucuk, salam, sosis, jambon gibi et ürünleri üretilmektedir. Bunun yanı sıra hindi eti, işlenmiş et ürünleri arasında önem arz eden burger üretiminde de kullanılmaktadır (Uçar vd. 2007; Uslu ve Ayaz, 2018).

Tuz (NaCl-sodyum klorür), et ve et ürünlerinde geleneksel ve endüstriyel uygulamalarda uzun yıllardır sıklıkla kullanılan katkı maddelerinden biridir ve et ürünlerinde bazı teknolojik ve fonksiyonel etkilere sahiptir (Desmond, 2006; Gökalp vd. 2012; Cittadini et al. 2020; Hu

et al. 2020). Tuz et ürünlerinin su bağlama ve su tutma kapasitesini artırarak arzu edilen jel yapısının oluşmasına katkı sağlamakta ve pişirme kayıplarını azaltmaktadır (Desmond, 2006; Pires et al. 2017). Böylelikle et ürünlerinin sululuğunu da önemli oranda etkilemektedir (Kaya, 2019). Ayrıca, pH ve Cl⁻ iyonlarının etkisiyle artan su tutma kapasitesi nedeniyle yapışkan bir hamur oluşturularak et parçalarının kompakt bir şekilde bağlanması sağlanmaktadır (Aprilia and Kim, 2022). Et ürünlerinde kullanılan tuz, biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonları kontrol ederek aroma ve tipik tat gelişimini sağlamada yardımcı olmaktadır (Corral et al. 2013, Hu et al. 2020; Bozkurt ve Koç, 2022). Tuz gıda maddelerinin mikrobiyal güvenliğini sağlamak ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için önemli bir etken olan su aktivitesinin düşmesine de katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle işlenmiş et ürünlerinin raf ömrü de üretimde kullanılan tuz seviyelerinden etkilenebilmektedir (Lilic et al. 2015; Aprilia and Kim, 2022). Tuzun et ürünlerinde sağladığı bu fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra insan sağlığı açısından tüketim miktarına bağlı olarak bazı riskleri de bulunmaktadır. Fazla tuz tüketimi aşırı sodyum alımı nedeniyle, yüksek kan basıncına neden olabilmekte, bu durum felç ve kardiyovasküler hastalıklar sebebiyle ölüm riskinin artmasına yol açabilmektedir (Horita et al. 2014; Pires et al. 2017; Allison and Fouladkhan, 2018; Nachtigall et al. 2019; Nielsen et al. 2020; Ramos et al. 2020; França et al. 2022). Bununla birlikte, aşırı sodyum alımı, hücre dışı sıvıda sodyum tutulması, kan damarlarının elastikiyenin azalması, mide kanseri ve böbrek taşı riski ile kemik kırılmalarına yatkınlığa da neden olabilmektedir (Ramos et al. 2020). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günlük tuz alımının 5 g'ın altında olması (günde 2 g'dan az sodyum alımına eşdeğer) tavsiye edilmekte, bununla birlikte çoğu insanın tuz yoluyla çok fazla sodyum tükettiği (günde ortalama 9-12 g tuz) ve yeterli miktarda potasyum (3,5 g'dan az) almadığı bildirilmekte ve bu durumun yüksek tansiyona katkıda bulunarak, kalp hastalığı ve felç riskini artırdığı ifade edilmektedir (WHO, 2012). Bu nedenlerle gıda endüstrisinde ürünlerin sodyum içeriğini azaltmak için tuz içeriğinin azaltıldığı yeni formülasyonlar oluşturulmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Gıdalarda sodyum oranının azaltılmasına yönelik çalışmalar genellikle tuz içeriğinin düşürülmesi veya belirli oranlarda farklı klorür tuzları ile ikame edilmesi yönündedir (Ruusunen and Puolanne 2005, Alino et al. 2009, Armenteros et al. 2009). NaCl ikamesi olarak en yaygın kullanılan yöntemlerden biri potasyum klorür (KCl) kullanımudur (Desmond, 2006; Aşkın, 2007; Aprilia and Kim, 2022). Et ürünleri üretiminde, KCl'nin NaCl ile kısmen ikamesinin sodyum içeriğinin azaltılması için en çok

kullanılan yöntemlerden biri olduğu ve KCl'nin NaCl ile benzer fonksiyonel özelliklere sahip olduğu ifade edilmiştir. Ancak KCl'nin yüksek miktarlarda ürün formülasyonuna ilave edilmesinin ürünlerde acı bir tat oluşturduğu da belirtilmiştir (Kaya, 2019; Silva et al. 2021). KCl kullanımının yanı sıra kalsiyum klorür (CaCl_2)'ün belirli oranlarda ürün formülasyonuna katılması ya da bu klorür tuzlarının belirli oranlarda karıştırılarak kullanılması da NaCl alternatifi yöntemler arasında yer almaktadır (Ekmekçi, 2012; Akgün vd. 2018).

Son yıllarda et ürünlerinde NaCl ikamesi olarak farklı klorür tuzlarının kullanımının ya da ürünlerde NaCl seviyesinin azaltılmasının, ürün özelliklerine etkisine yönelik pek çok araştırma yürütülmüştür (Hastaoğlu, 2011; Ketenoğlu and Candoğan, 2011; Şimşek, 2016; Barbosa et al., 2017; Raybaudi-Massilia et al., 2019; Mashrah, 2019; Hu et al., 2020; Nielsen et al., 2020; Kaya, 2019; Erol vd., 2021; Teixeira et al., 2021; Yalınkılıç et al. 2023). Bunun yanı sıra hindi eti ve ürünlerinde farklı uygulamaların mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklere etkisine yönelik araştırmalar da bulunmaktadır (King et al. 1988; King and Earl, 1988; Çelik, 2012; Akyüz vd. 2020). Ancak tüketimi gün geçtikçe artmaya devam eden hindi burger üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanımının ürünün kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemeye yönelik literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut bu araştırmada, hindi burger üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının ürünün fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özelliklerine etkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Burger üretiminde kullanılan hindi göğüs eti ile sığır et yağı yerel piyasadan temin edilmiş ve laboratuvarında kıyma makinesinden çekildikten sonra üretime kadar -18°C 'de muhafaza edilmiştir. Burger harcında kullanılan soğan, sarımsak, galeta unu, yumurta ve baharatlar yerel piyasadan, NaCl, CaCl_2 ve KCl ise kimyasal malzeme satan bir firmadan (Merck) satın alınmıştır.

Burger Üretimi

Araştırmada dört farklı grup hindi burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Burgerler Tablo 1'de verilen deneme desenine uygun olarak hazırlanmıştır. Kontrol grubu %70 hindi göğüs eti, %12 sığır et yağı, %2 NaCl, %6 soğan, %0,3 sarımsak, %1,2 baharat, %2,5 yumurta ve %6 galeta unu formülasyonu esas alınarak üretilmiştir. Burger hamurları

bir yoğurma makinesi (Schafer, Türkiye) kullanılarak hazırlanmıştır. Her bir grup için önce et ve yağ 1 dk süreyle karıştırılmış, ardından baharatlar, soğan ve sarımsak ilave edilerek 1 dk daha karıştırma işlemi yapılmıştır. Son olarak galeta unu, yumurta ve tuz ilave edildikten sonra karıştırma işlemine homojen bir hamur elde edilinceye kadar devam edilmiştir. Elde edilen burger hamurlarından bir kalıp (7 cm çap ve 1 cm kalınlık) yardımıyla hazırlanan burger köfteler, önce -18°C 'de bir gün süreyle dinlendirilmiş, ardından her yüzey 4 dk olacak şekilde 8 dk boyunca 180°C 'de ısıtıcı plaka (Elektromag, Türkiye) üzerinde pişirilmiştir. Her bir muamele grubuna ait burgerlerden alınan çiğ ve pişmiş örneklerde pH, a_w , nem, TBARS ve renk değerleri belirlenmiş, ayrıca pişirme işlemi sonrasında nem tutma ve pişirme verimi hesaplanmış, tekstür profil analizi ile duyuşsal analiz gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1.

Burger üretiminde kullanılan tuzlar ve oranları

Muamele	NaCl (%)	KCl (%)	CaCl_2 (%)
A (Kontrol)	2	0	0
B	1	1	0
C	1	0	1
D	1	0,5	0,5

Fizikokimyasal Analizler

Burgerlerin pH değerleri ölçüm öncesi kalibre edilmiş bir pH-metre cihazı (Crison, Spain), su aktivitesi değerleri ise su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir. Nem içeriğinin belirlenmesi için yaklaşık 10 g örnek $105\pm 1^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma sonunda meydana gelen ağırlık kaybından nem miktarı % olarak hesaplanmıştır. Renk yoğunlukları, kolorimetre cihazı (Minolta CR200, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. CIE (Commision Internationale de l'e Clairage) tarafından verilen kriterlere göre L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir: $L^*=0$, siyah, $L^*=100$, beyaz (koyuluk/açıklık); $+a^*$ =kırmızı, $-a^*$ =yeşil; $+b^*$ =sarı, $-b^*$ =mavi. Tiyobarbiturik Asit Reaktif Maddeleri (TBARS) analizi ise Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınarak tespit edilmiş ve TBARS değerleri $\mu\text{mol MDA/kg}$ olarak verilmiştir. Pişirme verimi ve nem tutma değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen örnek ağırlıkları ile nem içerikleri kullanılarak aşağıda verilen formüllere göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Pişirme verimi}(\%) = \frac{\text{Pişirme sonrası köfte ağırlığı}(g)}{\text{Pişirme öncesi köfte ağırlığı}(g)} \times 100$$

$$\text{Nem tutma}(\%) = \frac{\text{pişmiş ağırlık} \times \text{pişmiş köftedeki nem}(\%)}{\text{pişmemiş ağırlık} \times \text{pişmemiş köftedeki nem}(\%)} \times 100$$

Tekstür Profil Analizi (TPA)

Burger köftelerden çıkarılan numuneler (çap: 20 mm, yükseklik: 20 mm) tekstür analiz cihazında (CT3, Brookfield) 50,8 mm çapındaki silindirik prob kullanılarak analiz edilmiştir. Test hızı 1 mm/s olarak ayarlanmış, sıkıştırma çevrimi 3 s arayla %50 oranında sıkıştırma yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Duyusal Analiz

Duyusal analiz, gıda mühendisliği eğitimi almış 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlere örnekler floresan ışık altında sunulmuş ve renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik açısından 1-10 arasında örnekleri puanlamaları istenmiştir. Analiz öncesinde panelistlere ölçek hakkında bilgi verilmiş ardından test başlatılmıştır.

İstatiksel Analiz

Çalışmada deneme planı olarak şansa bağlı tam bloklar kullanılmıştır. Burger köfteler dört uygulama için iki tekerrürlü olarak üretilmiştir. Fizikokimyasal analizler hem çiğ hem de pişmiş örneklerde yapılmışken tekstürel ve duyuşsal analizler sadece pişmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir. Varyans analizi sonucu önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Fizikokimyasal Analizler

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen pH, a_w , nem içeriği ve TBARS değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. Hindi burgerlerin pH değeri üretimde kullanılan klorür tuzundan önemli seviyede etkilenmiştir ($p < .01$). En yüksek ortalama pH değerleri A ve B gruplarında belirlenmişken, en düşük ortalama değer %1 NaCl+%1 CaCl₂ içeren C grubunda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan NaCl'nin KCl ile ikamesinin pH değerini değiştirmedığı, CaCl₂ ile ikamesinin ise pH değerinde düşüşe sebebiyet verdiği gözlenmiştir. Ayrıca pişirme işlemi de hindi burgerlerin pH değerinde artışa neden olmuştur (Tablo 3). Kaya (2019) tarafından tavuk köfteleri üzerinde yürütülen bir çalışmada NaCl seviyesinin azaltılmasının ya da KCl ile

ikamesinin pH değerini artırdığı, fakat çalışmamızla benzer şekilde CaCl₂ ile ikamesinin pH değerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Barbosa et al. (2017) tarafından keçi köfteleri üzerinde yürütülen bir çalışmada da NaCl'nin KCl ile kısmen ikame edilmesinin örneklerin pH değerlerini artırdığı tespit edilmiştir.

Hindi burger üretiminde kullanılan farklı klorür tuzları a_w değeri üzerinde önemli seviyede etkili olmuştur ($p < .01$). En düşük ortalama a_w değeri sadece NaCl kullanılan A grubunda belirlenmişken en yüksek ortalama değer NaCl'nin %50 oranında CaCl₂ ile değiştirildiği C grubunda tespit edilmiştir. Bununla birlikte A ile B grupları arasında ve C ile D grupları arasında benzerlik olduğu görülmüştür. Böylece a_w değeri açısından NaCl'nin sadece KCl ile ikamesinin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmada pişirme işleminin a_w değerinde azalmaya yol açtığı belirlenmiş olup bu durumun pişirme işlemi esnasındaki nem kaybından kaynaklandığı düşünülmüştür (Tablo 3). Tavuk köfteleri üzerinde yapılan bir çalışmada farklı klorür tuzu kullanımı ve üretim aşaması interaksyonunun örneklerin a_w değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkisinin olduğu bildirilmiştir (Kaya 2019). Diğer yandan Teixeira et al. (2021) yaptıkları bir çalışmada domuz sosisinde sodyum glukonat içeren ticari tuz karışımı ile NaCl ve KCl'nin farklı formülasyonlarını kullanmışlar ve NaCl ikamesinin örneklerin su aktivitesi üzerinde sekiz veya on altı günlük depolamadan sonra herhangi bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

Hindi burger üretiminde NaCl'nin KCl veya CaCl₂ ikamesi nem içeriğini etkilememiştir ($p > .05$). Bununla birlikte pişirme işleminin nem içeriği üzerinde etkili olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Pişirme sonrasında beklenildiği üzere daha düşük bir ortalama nem içeriği belirlenmiştir (Tablo 3). Bunun nedeni muhtemelen pişirme işlemi esnasında ısının etkisiyle üründen nemin buharlaşarak uzaklaşmasıdır. Farklı klorür tuzlarının kullanımı ve pişirme işlemi hindi burgerlerin TBARS değeri üzerinde etkili olmamıştır ($p > .05$). CaCl₂ kullanımı hindi burgerlerin TBARS değerini bir miktar artırmış olmasına rağmen bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > .05$). Bununla birlikte yapılan diğer bazı çalışmalarda kullanılan farklı klorür tuzlarının çeşitli et ürünlerinde TBARS değerinde değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir. Örneğin Barbosa et al. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada keçi etinden üretilen köftelerde %2,25 NaCl + %0,75 KCl kullanımının TBARS değerlerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Kaya (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada ise %1 NaCl + %1 CaCl₂ kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde daha düşük ortalama TBARS değerlerinin tespit edildiği bildirilmiştir.

Tablo 2.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen pH, a_w , nem içeriği ile TBARS değerleri

Muamele	pH	a_w	Nem içeriği (%)	TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$)
A	6,05±0,67 ^a	0,960±0,003 ^c	60,44±0,003 ^a	23,99±1,76 ^a
B	6,04±0,69 ^a	0,964±0,005 ^{bc}	60,72±0,004 ^a	24,71±1,69 ^a
C	5,58±0,41 ^c	0,969±0,003 ^a	60,91±0,003 ^a	25,35±2,75 ^a
D	5,71±0,46 ^b	0,967±0,003 ^{ab}	60,52±0,003 ^a	25,70±3,62 ^a
Önemlilik	<i>p</i> <.01	<i>p</i> <.01	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05

^{a-c}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05). A: %2 NaCl, B: %1 NaCl + %1 KCl, C: %1 NaCl + %1 CaCl₂, D: %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂

Tablo 3.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin pişirme öncesi ve sonrası belirlenen pH, a_w , nem içeriği ile TBARS değerleri

Pişirme	pH	a_w	Nem içeriği (%)	TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$)
Pişirme öncesi	5,83±0,17 ^b	0,967±0,004 ^a	62,99±0,80 ^a	25,08±2,43 ^a
Pişirme sonrası	5,86±0,06 ^a	0,963±0,005 ^b	58,30±0,52 ^b	24,79±2,72 ^a
Önemlilik	<i>p</i> <.01	<i>p</i> <.01	<i>p</i> <.01	<i>p</i> >.05

^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen renk, nem tutma ve pişirme verimi değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Renk özelliklerinden L* ve b* değerlerinin üretimde kullanılan farklı klorür tuzlarından etkilendiği belirlenmiştir. NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının parlaklığın bir göstergesi olan L* değeri ile sarılığı gösteren b* değerinde artışa yol açtığı belirlenmiştir. Bununla birlikte en yüksek L* ve b* değerleri %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ kullanılan D grubu burgerlerde tespit edilmiştir. Diğer yandan B ve C grupları arasında L* ve b* değerleri açısından önemli bir farklılık olmadığı, bu gruplar için belirlenen ortalama değerlerin kontrolle benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin a* değerlerine ait ortalamalar arasında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır (*p*>.05). L*, a* ve b* değerleri için benzer sonuçlar farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftesi (Kaya 2019), sucuk (Şimşek 2016) ve lakerda (Mashrah 2019) üzerinde yürütülen çalışmalarda da tespit edilmiştir. Diğer yandan Ketenoğlu and Candoğan (2011) sığır eti köftelerinde düşük sodyumlu ticari tuz kullanımının renk değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmadığını, Barbosa et al. (2017) ise

keçi eti köftelerinde NaCl oranının azalmasına bağlı olarak parlaklık ve kırmızılık değerlerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Pişirme öncesi ve sonrası hindi burgerlerde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamalar Tablo 5'te verilmiştir. Tabloya göre pişirme sonrasında L* değeri azalırken, a* değeri artmış, b* değerleri ise değişmemiştir. Böylece pişirme işleminin burgerlerin koyuluğu ve kırmızılığında artışa neden olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Pişirme sırasındaki nem ve yağ içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin renk değerleri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Nam 2017).

Örneklerin nem tutma ve pişirme verimi değerleri NaCl yerine kısmen KCl veya CaCl₂ kullanılmasından etkilenmemiştir (*p*>.05). Barbosa et al. (2017) tarafından keçi etinden üretilen köfte üzerinde yürütülen bir çalışmada NaCl ikamesi olarak KCl kullanımının örneklerin su tutma kapasitesini etkilemediği rapor edilmiştir. Araştırmacılar NaCl'nin et ürünlerinin su tutma kapasitesini artıran önemli bir faktör olduğunu ancak yüksek konsantrasyonlarda su tutma kapasitesini azaltabileceğini, KCl'nin düşük konsantrasyonlarda kullanımının ise su tutma kapasitesini artırabileceğini ifade etmişlerdir. Farklı klorür tuzları

kullanılarak üretilen tavuk köfteleri üzerinde yürütülen bir çalışmada NaCl'nin %50 oranında azaltılmasının ya da %50 oranında KCl ile ikamesinin kontrol grubu örneklerine göre pişirme verimi üzerinde etkili olmadığı, fakat üretimde CaCl₂

kullanımının pişirme verimini düşürdüğü belirtilmiştir (Kaya 2019).

Tablo 4.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen renk, nem tutma ve pişirme verimi değerleri

Muamele	Renk			Nem Tutma (%)	Pişirme Verimi (%)
	L*	a*	b*		
A	46,65±5,56 ^b	12,50±2,02 ^a	29,92±3,58 ^b	83,41±0,16 ^a	89,66±0,67 ^a
B	48,95±3,45 ^{ab}	12,06±1,53 ^a	31,49±1,89 ^{ab}	83,94±2,54 ^a	91,36±0,71 ^a
C	49,02±6,17 ^{ab}	12,52±2,14 ^a	31,71±3,57 ^{ab}	83,48±1,75 ^a	90,82±0,86 ^a
D	51,33±4,76 ^a	11,94±1,98 ^a	32,67±3,31 ^a	83,39±1,46 ^a	90,98±1,00 ^a
Önemlilik	<i>p</i> <.01	<i>p</i> >.05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05

^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05). A: %2 NaCl, B: %1 NaCl + %1 KCl, C: %1 NaCl + %1 CaCl₂, D: %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂

Tablo 5.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin pişirme öncesi ve sonrası belirlenen renk değerleri

Pişirme	L*	a*	b*
Pişirme öncesi	52,14±2,83 ^a	11,26±1,29 ^b	31,56±1,96 ^a
Pişirme sonrası	45,84±5,29 ^b	13,25±1,93 ^a	31,33±4,21 ^a
Önemlilik	<i>p</i> <.01	<i>p</i> <.01	<i>p</i> >.05

^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tekstür Profil Analizi (TPA)

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen tekstürel özellikler Tablo 6'da verilmiştir. Sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirliğin kullanılan klorür tuzundan etkilendiği görülmüştür. Sertlik için B ve D grubu burgerlerde A (Kontrol) ve C grubuna göre daha düşük değerler tespit edilmiştir (P<0,05). Böylece hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl kullanımının sertlik değerinde azalmaya yol açtığını söyleyebilmek mümkündür. Diğer yandan en düşük esneklik ve elastikiyet değerleri NaCl'nin %50 oranında CaCl₂ ile ikame edildiği C grubunda belirlenmiştir. Kohesivlik ve çiğnenebilirlik açısından ise en yüksek ortalama değerler kontrol grubunda elde edilmiş olup, NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımı bu parametrelerde düşümlere neden olmuştur. Bununla birlikte bu klorür tuzlarının kullanıldığı B, C ve D grupları arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir (P>.05). Benzer bir çalışmada tavuk köftesi üretiminde NaCl'nin belirli oranlarda KCl veya CaCl₂ ile

ikamesinin sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Kaya 2019). Fermente sosis üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının sertlik değerini düşürdüğü fakat elastikiyet ve kohesivliği etkilemediği bildirilmiştir (Campagnol et al. 2012). Bir başka çalışmada mortadella üretiminde NaCl'nin farklı oranlarda KCl ile ikamesinin sertlik ve kohesivliği, CaCl₂ ile ikamesinin ise esneklik ve kohesivliği düşürdüğü tespit edilmiştir (Horita et al. 2011).

Tablo 6.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen tekstürel özellikleri

Muamele	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mJ)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)
A	46,90±5,60 ^a	0,14±0,23 ^a	0,11±0,01 ^a	0,36±0,03 ^a	5,10±0,20 ^a	85,90±12,58 ^a
B	42,32±3,98 ^b	0,21±0,19 ^a	0,10±0,01 ^a	0,33±0,02 ^b	5,01±0,09 ^a	70,28±8,54 ^b
C	46,58±6,07 ^a	0,24±0,20 ^a	0,09±0,01 ^b	0,34±0,02 ^b	4,56±0,29 ^c	72,88±13,24 ^b
D	42,79±4,63 ^b	0,12±0,15 ^a	0,10±0,01 ^{ab}	0,34±0,01 ^b	4,78±0,24 ^b	69,83±8,07 ^b
Önemlilik	<i>p</i> <.01	<i>p</i> >.05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <.01	<i>p</i> <.01

^{a-c}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (*P*<0,05). A: %2 NaCl, B: %1 NaCl + %1 KCl, C: %1 NaCl + %1 CaCl₂, D: %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂

Duyusal Analiz

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin duyuşal özelliklerine ait ortalama puanlar Tablo 7'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere farklı klorür tuzlarının kullanımı ürünün duyuşal özellikleri üzerinde istatistiki olarak bir farklılığa neden olmamıştır (*P*>.05). Bu durum duyuşal açıdan hindi burger üretiminde NaCl'nin KCl veya CaCl₂ ile ikamesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Raybaudi-Massilia et al. (2019) tarafından

yürütülen ve pişmiş jambon, hindi göğsü ve şarküteri tipi sosiste NaCl ikamesi olarak ticari bir tuz karışımı olan SODA-LO® kullanımının ürünün duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada NaCl oranı azaltılmış gruplar ile kontrol grubu örneklerin duyuşal özellikleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir. Sığır eti köfteleri üzerinde yürütülen bir araştırmada ise düşük sodyum içerikli tuz kullanımının örneklerin duyuşal değerleri üzerinde önemli farklılıklara neden olmadığı tespit edilmiştir (Ketenoglu and Candoğan, 2011).

Tablo 7.

Hindi burgerlerin duyuşal özelliklerine ait ortalama puanlar

Muamele	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
A	7,35±1,39 ^a	7,15±1,42 ^a	7,50±1,19 ^a	6,95±1,57 ^a	7,25±1,48 ^a
B	7,40±0,94 ^a	7,00±1,08 ^a	7,25±1,12 ^a	6,70±1,22 ^a	7,10±1,12 ^a
C	7,20±1,36 ^a	6,60±1,54 ^a	7,15±1,14 ^a	7,10±1,37 ^a	6,95±1,50 ^a
D	7,60±1,23 ^a	7,45±1,54 ^a	7,55±1,23 ^a	7,50±1,15 ^a	7,55±1,19 ^a
Önemlilik	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05	<i>p</i> >.05

A: %2 NaCl, B: %1 NaCl + %1 KCl, C: %1 NaCl + %1 CaCl₂, D: %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂

Sonuç

Hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının bazı fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde değişimlere neden olduğu, sodyum oranı azaltılmış kanatlı eti ürünlerinde bu değişimlerin dikkate alınması gerektiği, bununla birlikte NaCl'nin KCl ile ikamesinin incelenen özellikler açısından daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde depolama esnasında meydana gelebilecek değişimlerin belirlendiği başka çalışmalara da ihtiyaç vardır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- K.Ü.,A.A.; Tasarım- K.Ü.,A.A.; Denetleme-A.A.; Kaynaklar-A.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi-K.Ü.; Analiz ve/veya Yorum-K.Ü., M.K.; Literatür Taraması-K.Ü., M.K.; Yazıyı Yazan-K.Ü., M.K.; Eleştirel İnceleme-A.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept- K.Ü.,A.A.; Design- K.Ü.,A.A.; Supervision-A.A.; Resources-A.A.; Data Collection and/or Processing- K.Ü.; Analysis and/or Interpretation- K.Ü., M.K.; Literature Search- K.Ü., M.K.; Writing Manuscript- K.Ü., M.K.; Critical Review- A.A.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

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

Kaynaklar

- Akgün, B., Genç, S. & Arıcı, M., (2018). Tuz: Gıdalardaki Algısı, Fonksiyonları ve Kullanımının Azaltılmasına Yönelik Stratejiler. *Akademik Gıda*, 16(3), 361-370.
- Akyüz, S., Güneşer, O., & Esen, B.N., (2020). Farklı Marinasyon Formülasyonları ile Hazırlanmış Hindi Göğüs Etlerinin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 6(2), 190-205.
- Alino, M., Grau, R., Fuentes, A. & Barat, J.M. (2009). Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Meat Science*, 83, 423-430.
- Allison, A. & Fouladkhah, A., (2018). Adoptable Interventions, Human Health, and Food Safety Considerations for Reducing Sodium Content of Processed Food Products. *Foods*, 7(16), 1-15.
- Altinel, A., (1995). Broiler Üretimine Temel İlkeleri ve Verimliliğin Değerlendirilmesi, VI. Hayvancılık ve Beslenme Sempozyumu, Tavuk Yetiştiriciliği ve Hastalıkları, Bildiriler Kitabı, *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi*, Konya, 91-98.
- Aprilia, G. H. S. & Kim, H. S. (2022). Development of strategies to manufacture low-salt meat products—a review. *Journal of Animal Science and Technology*, 64(2), 218.
- Armenteros, M., Aristoy, M.C., Barat, J.M. & Toldra, F. (2009). Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117, 627–633
- Aşkın, O.O. (2007). Tuz Oranı Düşürülmüş Hindi Döneri Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Barbin, D.F., Badaro, A.T., Honorato, D.C.B., Ida, E.Y., & Shimokomaki, M., (2020). Identification of turkey meat and processed products using near infrared spectroscopy. *Food Control*, 107, 106816.
- Barbosa, P.T., Santos, I.C.V., Ferreira, V.C.S., Fragoso, S.P., Araújo, Í.B.S., Costa, A.C.V., Araújo, L.C. & Silva, F.A.P., (2017). Physicochemical properties of low sodium goat kafta. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 314-319.
- Bor, Y. (2011). Hindi etlerinin marinasyonunda bazı doğal antioksidan kaynaklarının kullanımı (Yüksek Lisans tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Afyonkarahisar, Türkiye.
- Bozkurt, S. & Koç, M., (2022). Gıdalarda Sodyum Azaltımı. *Gıda*, 47(2), 231-251.
- Campagnol, P.C.B., Santos, B.A.D., Terra, N.N. & Pollonio, M.A.R., (2012). Lysine, Disodium Guanylate and Disodium Inosinate as Flavor Enhancers in Low-Sodium Fermented Sausages. *Meat Science* 91, 334-338.
- Cittadini, A., Domínguez, R., Gómez, B., Pateiro, M., Pérez-Santaescolástica, C., López-Fernández, O. & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of NaCl replacement by other chloride salts on physicochemical parameters, proteolysis and lipolysis of dry-cured foal “cecina”. *Journal of food science and technology*, 57(5), 1628-1635.
- Çelik, P., (2012). Kanatlı Eti (Hindi Eti ve Tavuk Eti) ve Kırmızı Et Karışımı ile Elde Edilen Köftelerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Corral, S., Salvador, A., & Flores, M., (2013). Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93 (3), 776-785.
- Desmond, E., (2006). Reducing Salt: A Challenge for the Meat Industry. *Meat Science*, 74(1), 188-196.
- Ekmekçi, M., (2012). Tuzu Azaltılmış Pastırma Üretiminde Potasyum Klorür ve Kalsiyum Klorür Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ergezer, H., (2005). Değişik Yöntemlerle Marine Edilmiş Kanatlı Etlerinin Kimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel Ve Duyusal Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

- Erol, N. D., Erdem, Ö. A., Cakli, S., & Yavuz, A. B. (2021). Influence of partial sodium replacement on proximate composition, physical and sensory quality of marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *LWT*, 137: 110476.
- França, F., dos Santos Harada-Padermo, S., Frasceto, R. A., Saldana, E., Lorenzo, J. M., de Souza Vieira, T. M. F., & Selani, M. M. (2022). Umami ingredient from shiitake (*Lentinula edodes*) by-products as a flavor enhancer in low-salt beef burgers: Effects on physicochemical and technological properties. *LWT*, 154, 112724.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. & Zorba, Ö., (2012). Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No:786, Ziraat Fakültesi Yayın No:320, Ders Kitapları Serisi, No: 70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Hastaoğlu, E., (2011). Potasyum Klorür Kullanımının Pastırmanın Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Horita, C. N., Morgano, M.A., Celeghini, R.M.S. & Pollonio, M.A.R., (2011). Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, 89(4), 426-433.
- Horita, C.N., Messias, V.C., Morgano, M.A., Hayakawa, F.M., & Pollonio, M.A.R., (2014). Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International* 66, 29–35.
- Hu, Y., Zhang, L., Zhang, H., Wang, Y., Chen, Q. & Kong, B., (2020). Physicochemical properties and flavour profile of fermented dry sausages with a reduction of sodium chloride. *Food Science and Technology*, 124, 109061.
- Kaya, M., (2019). Tavuk Köftesi Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanımının Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklere Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Ketenoğlu, O. & Candoğan, K., (2011). Effect of Low-Sodium Salt Utilization on Some Characteristics of Ground Beef Patties. *Gıda*, 36(2), 63-69.
- King, A.J., Dobbs, J., & Earl, L.A., (1988). Effect of Selected Sodium and Potassium Salts on the Quality of Cooked, Dark-Meat Turkey Patties. *Poultry Science*, 69:471-476.
- King, A.J. & Earl, L.A., (1988). Effect of Selected Sodium and Potassium Salts on TBA Values of Dark Meat Turkey Patties. *Journal of Food Science*, 53 (3), 723-726.
- Koyubenbe, N., & Konca, Y. (2010). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde hindi eti üretimi, tüketimi ve politikaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 201-209.
- Lemon, D.W., (1975). An Improved TBA Test for Rancidity. New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lilic, S., Brankovic, I., Koricanac, V., Vranic, D., Spalevic, L., Pavlovic, M. & Lakicevic, B., (2015). Reducing sodium chloride content in meat burgers by adding potassium chloride and onion. *Procedia Food Science*, 5, 164-167.
- Marti-Quijal, F.J., Zamuz, S., Tomasevic, I., Rocchetti, G., Lucini, L., Marszalek, K., Barba, J. & Lorenzo, J.M., (2018). *Journal of Science Food Agriculture*, 99, 3672-3680.
- Mashrah, A.A.N. (2019). Farklı Klorür Tuzlarının Lakerdanın Fizikokimyasal Özelliklerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Nachtigall, F.M. Vidal, V.A.S. Pyarasani, R.D. Domínguez, R. Lorenzo, J.M. Pollonio, M.A.R. & Santos, L.S. (2019). Substitution Effects of NaCl by KCl and CaCl₂ on Lipolysis of Salted Meat. *Foods*, 8, 595.
- Nam, K.C. (2017). The colour of poultry meat: understanding, measuring and maintaining product quality. In Ricke, S. (Ed). Book Achieving sustainable production of poultry meat, p. 273-290. London: Burleigh Dodds Science Publishing.
- Nielsen, T., Mihnea, M., Bath, K., Cunha, S.C., Ferreira, R., & Fernandes, J.O., Gonçalves, A., Nunes, M.L. and Oliveira, H., (2020). New formulation for producing salmon pate with reduced sodium content. *Food and Chemical Toxicology*, 143, 111546.
- Pires, M.A., Sichert Munekata, P.E., Baldin, J.C., Polizer Rocha, Y.J., Carvalho, L.T., Dos Santos, I.R., Barros, J.C. & Trindade, M.A., (2017). The effect of sodium reduction on the microstructure, texture and sensory acceptance of Bologna sausage. *Food Structure*, 14, 1-7.
- Ramos, T.R., Vital, A.C.P., Mottin, C., Torrecilhas, J.A., Valero, M.V., Guerrero, A., Kempinski, E.M.B.C., do Prado, I.N., (2020). Sodium reduction by hyposodic salt on quality and chemical composition of hamburgers. *Acta Scientiarum, Technology*, v. 42, e47690.
- Raybaudi-Massilia, R., Mosqueda-Melgar, J., Rosales-Oballos, Y., de Petricone, R. C., Frágenas, N. N., Zambrano-Durán, A., & Urbina, G. (2019). New

alternative to reduce sodium chloride in meat products: Sensory and microbiological evaluation. *LWT*, 108: 253-260.

Ruusunen, M. & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531–541.

Silva Araujo, D.H., Souza Rodrigues, R.T., Costa, M.M., Miranda, J.O., Lira-Alencar, N.R.C., Queiroz, M.A.A., Alencar, M.G., Oliveira, T.P.R., Neto, A.F., Bonfa, H.C., Carvalho, F.A.L., & Gois, G.C., (2021). Reduction of sodium content in frozen goat sausage using different types of salt. *LWT - Food Science and Technology* 135, 110272.

Şimşek, D., (2016). Sucuk Üretiminde Farklı Klorür Tuzlarının Kullanım İmkanları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Teixeira, A., Dominguez, R., Ferreira, I., Pereira, E., Estevinho, L., Rodrigues, S. & Lorenzo, J.M., (2021). Effect of NaCl Replacement by other Salts on the Quality of Bísaro Pork Sausages (PGI Chouriça de Vinhais). *Foods*, 10(961), 1-16.

Uçar, G., Keleş, A., Güner, A., Doğruer, Y., & Ardiç, M., (2007). Hindi Eti ve Ürünlerinde Termofilik *Campylobacter* Türlerinin Varlığının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 2 (4), 129-133.

Uslu, Ş. & Ayaz, N.D. (2018). Kırıkkale ilinde hindi eti tüketim alışkanlıklarının ve tüketicilerin gıda hijyeni konusundaki bilinç düzeylerinin araştırılması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89 (2), 16-24.

WHO (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization.

Yalınkılıç, B., Kaban, G. & Kaya, M. (2023). Effect of sodium replacement on the quality characteristics of pastırma (a dry-cured meat product). *Food Science and Human Wellness*, 12(1), 266-274.

Atık Kahve Tozu, Karbonat ve Beyaz Sirke Karışımlarından Hazırlanmış Olan Çözeltilerin Karakavak (*Populus nigra* L.) Ahşabında Renk Değiştirici Olarak Kullanılması

The Utilization of Solutions Prepared from Waste Coffee Ground, Baking Soda, and White Vinegar Mixtures for Color Change in Black Poplar (*Populus nigra* L.) Wood

Ümit AYATA¹



Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarım Bölümü, Bayburt, Türkiye.

Osman ÇAMLİBEL²



Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye.



Öz

Bu çalışma, atık kahve tozu (hizmet ömrünü tamamlamış), karbonat ve beyaz sirke karışımlarından hazırlanmış (çözelti 1: karışım kaynatılmamış ve çözelti 2: karışım kaynatılmış) olan çözeltilerin karakavak (*Populus nigra* L.) ahşabında renk değiştirici olarak kullanılması üzerine yapılmıştır. Bu amaçla bir kontrol grubu ile uygulanmış olan 2 farklı çözeltiliye sahip deney örnekleri üzerinde renk parametreleri [L^* , C^* , b^* , a^* ve h°], parlaklık değerleri [(20°, 60° ve 85°) ve (dik: \perp ve paralel: \parallel)] ve beyazlık indeksi (WI^*) (dik: \perp ve paralel: \parallel), değerleri kıyaslanmıştır. Sonuçlara göre, bütün testler üzerinde varyans analizleri anlamlı olarak tespit edilmiştir. Bütün parlaklık (derece ve yönlerde) değerleri, L^* değerleri ve WI^* değerleri (her iki yönde) azalmış olup en yüksek değerler bu test sonuçları kontrol deney grubu örnekleri üzerinde bulunmuştur. Buna ek olarak, C^* , b^* , a^* ve h° değerlerinin arttığı belirlenmiş, en düşük sonuçlar ise bu testler üzerinde yine kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Her iki uygulamalar ile ΔE^* değerleri çözelti 1 için 20.86 ve çözelti 2 için 26.00 olarak belirlenmiştir. Hazırlanmış olan karışımın kaynatılması ile daha yüksek toplam renk farkının elde edildiği belirlenmiştir. Ahşap malzeme yüzeylerine uygulanan çözeltilerin renk değiştirici etkide bulunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atık kahve tozu, karakavak, renk, sirke, karbonat

ABSTRACT

This study investigates the use of solutions prepared from waste coffee ground (service life ended), baking soda, and white vinegar mixtures (solution 1: mixture not boiled and solution 2: mixture boiled) as color changers in black poplar (*Populus nigra* L.) wood. For this purpose, color parameters L^* , C^* , b^* , a^* , and h° , glossiness values [(20°, 60°, and 85°) and (perpendicular: \perp and parallel: \parallel)], and whiteness index (WI^*) (perpendicular: \perp and parallel: \parallel) values of experimental samples with two different solutions were compared with a control group. The variance analyses conducted on all tests were found to be significant. All glossiness (in degrees and directions) values, L^* values, and WI^* values (in both directions) decreased, with the highest values found in the control group samples. Additionally, it was determined that the C^* , b^* , a^* , and h° values increased, with the lowest results observed again in the control samples. The ΔE^* values for both applications were determined to be 20.86 for solution 1 and 26.00 for solution 2. It was determined that boiling the prepared mixture resulted in a higher total color difference. The application of these solutions on the wood material surfaces was observed to have a color-changing effect.

Keywords: Waste coffee ground, black poplar, color, vinegar, baking soda

Geliş Tarihi/Received 06.06.2024
Revizyon Talebi / Revision Requested 06.08.2024
Son Revizyon / Last Revision 22.09.2024
Kabul Tarihi/Accepted 22.09.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 30.09.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
E-mail: esmeraldaesoeranza33@gmail.com
Cite this article: Ayata, Ü., & Çamlıbel, O. (2024). The Utilization of Solutions Prepared from Waste Coffee Ground, Baking Soda, and White Vinegar Mixtures for Color Change in Black Poplar (*Populus nigra* L.) Wood. *Food Science and Engineering Research*, 3(2), 114-122.



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

Giriş

Geleneksel olarak, gıda atıkları genellikle yakılarak imha edilir veya depolama alanlarına atılır ve bu durum, hava/su kirliliği ve toprak/gıda kontaminasyonuna yol açar. Bu sorunları azaltmak için Avrupa Birliği, gıda atıklarının azaltılmasını ve gıda yan ürünleri için yeni kullanım alanlarının bulunmasını teşvik etmektedir (Wunder ve ark., 2018; Socas-Rodríguez ve ark., 2021).

Gıda israfı, gıda tedarik zincirinden geri kazanılmak veya bertaraf edilmek üzere çıkarılan her türlü yiyecek ve yenmeyen gıda parçalarıdır (kompostlama, sürülüp toplanmayan mahsuller, anaerobik sindirim, biyoenerji üretimi, kojenerasyon, yakma, kanalizasyona bertaraf, çöplük veya denize atma gibi yöntemler dahil) (EU FUSIONS, 2016; Bellemare ve ark., 2017).

En belirgin kategorizasyon, farklı gıda atığı türlerini gıda türüne göre ayırmaktadır: tahıllar, meyveler, et, balık, içecekler, vb. Bu kategorizasyon, israf edilen gıda miktarını kütleyle (daha yaygın olarak), enerji içeriğine, ekonomik maliyete, vb. göre ölçmek için yararlıdır (Garcia-Garcia ve ark., 2017).

Literatürde ahşap mazlemeye ait bazı yüzey özelliklerinde (renk, parlaklık ve beyazlık indeksi) değişikliklerin meydana gelmesi için, çeşitli atık gıda maddelerinin kullanıldığı [hizmet ömrünü tamamlamış farklı türlerdeki bitkisel atık yağlar kullanarak (Ayata, 2024a; Çamlıbel ve Ayata, 2024), su bazlı sıvı gıda boyaları kullanarak (Çamlıbel ve Ayata, 2024b), farklı sirke türleri ve karbonat kimyasalı kullanarak (Ayata, 2024b; Çamlıbel ve Ayata, 2024c; Ayata ve ark., 2024)] bildirilmiştir.

Ama literatürde atık kahve tozu, karbonat ve beyaz sirke karışımlarından hazırlanmış bir çözeltinin ahşap malzeme üzerinde renk değiştirici olarak kullanılmadığı görülmüştür.

Kahve, dünyadaki en önemli tarımsal ürünlerden biridir. Kahvenin üç temel karakteristik özelliği asitlik, aroma ve tat olarak bilinmektedir. Kahve, 1500'den fazla kimyasal madde içerir; bunların 850'si uçucu ve 700'ü çözünebilir maddelerdir. Kahve suyla çekildiğinde, yağlar, lipitler, trigliseridler ve yağ asitleri de dahil olmak üzere çoğu hidrofobik bileşenler posaların içinde kalmaktadır. Bunun yanı sıra, selüloz gibi çözünmeyen karbonhidratlar ve çeşitli hazmı zor şekerler de posalarda bulunmaktadır. Yapısal lignin, koruyucu fenolikler ve harika aroma üreten uçucu yağlar da kahvede mevcut olmaktadır (Padmapriya ve ark., 2013; Blinová ve ark., 2017).

Kahvenin optimum büyüme koşulları şunlardır: sıcak tropikal bölgeler, bol yağış, don olmaması ve deniz

seviyesinden en az 2,000 metre yükseklikte olması gerekmektedir. İlk önemli hasat beş yıla kadar sürebilir ve ağaçlar 15 yıl boyunca ürün verebilmektedir (Nigam ve Singh, 2014).

Kahve yetiştirilen üç ana bölge vardır: Orta ve Güney Amerika, Afrika ve Orta Doğu ve Güneydoğu Asya. Kahve tarlaları tropikal bölgeler boyunca geniş bir alanda yetiştirilir ve kahve ekvatorial bölge boyunca yer alan en az 70 ülkede üretilmektedir. Kolombiya, küresel olarak en büyük kahve üreticilerinden biridir ve onu Vietnam ve Brezilya takip etmektedir (Ocampo ve Álvarez, 2017).

Kahve hazırlığı, ilk adımda kahve çekirdeklerine yapışan kabukların çıkarılmasıyla başlamakta ve kuru veya ıslak bir yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde elde edilen kahve kirazı kabukları, kurutulmuş ağırlık bazında meyvenin yaklaşık %12'sini temsil etmektedir. Kuru işlem, "yıkamamış" olarak da adlandırılan en eski uygulanan yöntemdir. Burada hasattan sonra tüm kirazlar önce temizlenmektedir. Ardından ince tabakalar halinde veya avlularda güneşte kurutulmaktadır. Islak yöntem ise ıslak işlem veya yıkamış kahve olarak adlandırılmaktadır ve bu durumda kahve kirazları suya batırılmaktadır. Olgun olmayan meyveler yüzeye çıkar ve iyi olgunlaşmış olanlar batarken kalmaktadır. Kirazın kabuğu ve bazı hamuru, meyveyi bir makaraya sokarak ekrandan suyu geçirerek çıkarılır ve "kahve hamur suyu" üretilmektedir. Kahve hamuru, meyvenin kuru ağırlığının %29'unu temsil etmektedir (Murthy ve Naidu, 2012).

Kahve üretimi ve işleme, yaşam döngüsü aşamaları boyunca önemli miktarda atık oluşturur ve uygun şekilde işlenmezse, içerdiği kafein, tanenler ve polifenoller nedeniyle ciddi çevresel etkilere sahiptir. Küresel ölçekte her yıl üretilen toplam kahve atık biyokütlesinin yaklaşık altı milyon ton olduğu tahmin edilmekte, İrlanda'da ise her yıl 9,000 tonun üzerinde kahve atığı üretilmektedir ve bu da 11 milyon kg'den fazla CO₂ emisyonuna neden olmaktadır. Çoğu kahve atığı şu anda karasal alanlara gönderilmekte, burada zararlı sera gazları üretmek üzere parçalanmakta ve ayrıca yüzey ve yer altı su kaynaklarını kirleten tehlikeli patojenler ve organik sızıntılar üretmektedir (Priyadarshini ve ark., 2019).

Kahve demleme süreci, kullanılmış kahve pulp maddesi adı verilen atık üretmektedir ve 2008 yılında, dünya genelinde 7,4 milyon ton kahve pulp maddesi üretildiği bildirilmiştir (Kondamudi ve ark., 2008).

Kahve hamuru (pulp), ıslak işlenmiş kahvenin (*Coffea arabica* L.) başlıca yan ürünlerinden biri olup, kahve meyvesinin ıslak ağırlığının neredeyse %40'ını oluşturmaktadır. Kahve pulp maddesi, karbonhidratlar, proteinler, mineraller ve önemli miktarlarda tanen, kafein

ve potasyum içermektedir (Bresanni, 1979).

Bu çalışma, atık kahve tozu, karbonat ve beyaz sirke karışımlarından hazırlanmış (çözelti 1: karışım kaynatılmamış ve çözelti 2: karışım kaynatılmış) olan çözeltilerinin karakavak (*Populus nigra* L.) ahşabında renk değiştirici olarak kullanılabilirliğinin araştırılması üzerine yapılmıştır.

Yöntemler

Materyal

Karakavak (*Populus nigra* L.) odunu 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmış olup iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (20±2°C ile %65 bağıl nem) (ISO 554, 1976). Malzemeler bir kereste satıcısından satın alınarak elde edilmiştir. Çalışmada, hizmet ömrünü tamamlamış olan atık kahve tozu, beyaz sirke ve karbonat kullanılmıştır.

Metot

Çalışmada, hazırlanmış olan çözeltiler 2 gruba göre ayarlanmıştır. Çözelti 1 kaynatılmamış olan karışımı ve çözelti 2 ise kaynatılmış olan karışımı ifade etmektedir. Bu çözeltiler ahşap malzeme yüzeylerine 1 kat olarak bir fırça yardımıyla uygulanmıştır.

Testler

Whiteness Meter BDY-1 cihazının kullanılması beyazlık indeksi (WI^*) değerleri liflere paralel ve dik yönlerde belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).

Parlaklık testleri ISO 2813, (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açılarda (20°, 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 1.

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif duruma göre açıklama	Negatif duruma göre açıklama
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık

ΔE^* renk farkının görsel değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2'de verilmiştir.

Renk değişimleri, CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] cihazı kullanılarak ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007).

Kroma (C) değeri ise ürün renginin tonunu ifade eder ve soluk renklerde düşük, canlı renklerde ise yüksektir. Renk tonu açısı (h°) değerinin 0°, 90°, 180° ve 270° olması durumunda ürünün sırasıyla kırmızı, sarı, yeşil ve mavi olduğu, bu açı değerlerine denk gelen kısımlarda ara renklerin oluştuğu bildirilmektedir (Veberic ve ark., 2010; Zor ve Sengul, 2022).

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}} - C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}} - a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}} - L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Literatürde ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır, ayrıca diğer parametrelere ait tanımlamalarda Tablo 1'de sunulmuştur (Lange, 1999).

Tablo 2.

ΔE^* değerlendirilmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
<0,20	Algılanamaz
0,20 ila 0,50	Çok zayıf
0,50 ila 1,50	Zayıf
1,50 ila 3,00	Belirgin
3,00 ila 6,00	Çok belirgin
6,00 ila 12,00	Güçlü
> 12,00	Çok güçlü

Tablo 3.

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Çözelti Türü	Işıklılık (L^*)	1384,161	2	692,081	697,719	0,000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu	64,865	2	32,432	115,215	0,000*
	Sarı (b^*) renk tonu	2497,353	2	1248,677	15514,651	0,000*
	Kroma (C^*)	2517,810	2	1258,905	11197,897	0,000*
	Ton (h°) açısı	202,336	2	101,168	98,483	0,000*
Hata	Işıklılık (L^*)	26,782	27	0,992		
	Kırmızı (a^*) renk tonu	7,600	27	0,281		
	Sarı (b^*) renk tonu	2,173	27	0,080		
	Kroma (C^*)	3,035	27	0,112		
	Ton (h°) açısı	27,736	27	1,027		
Toplam	Işıklılık (L^*)	161320,366	30			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	1048,762	30			
	Sarı (b^*) renk tonu	26738,376	30			
	Kroma (C^*)	27788,559	30			
	Ton (h°) açısı	182776,594	30			
Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık (L^*)	1410,943	29			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	72,465	29			
	Sarı (b^*) renk tonu	2499,526	29			
	Kroma (C^*)	2520,845	29			
	Ton (h°) açısı	230,073	29			

$\alpha \leq 0.05$ sütunu için *: Anlamlı

Renk parametrelerine [L^* , C^* , b^* , a^* ve h°] ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Her iki çözelti uygulamaları ile L^* değerlerinde azalışlar elde edilmiştir. L^* değerinde en yüksek sonuç kontrol grubu örneklerinde (81,39) bulunurken, en düşük sonuç kaynatılan çözelti ile (64,75) belirlenmiştir. L^* testinde en yüksek azalma oranı %20,44 ile kaynatılan çözeltilerde bulunurken en düşük azalma oranı ise %10,44 ile kaynatılmayan çözeltilerde tespit edilmiştir (Tablo 4).

a^* parametresinde en yüksek sonuç kaynatılan çözelti ile (7,69) tespit edilirken, en düşük sonuç kontrol örneklerinde (4,17) görülmüştür. Her iki çözeltiler ile a^* değerlerinde artışlar görülmüştür. En yüksek artış oranı kaynatılan çözelti

İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri, ortalama değerleri, homojenlik grupları, varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün renk parametrelerinde çözelti türü faktörünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür (Tablo 3).

ile %84,41 oranında bulunurken, en düşük artış oranı ise kaynatılmayan çözelti ile %26,14 oranında elde edilmiştir (Tablo 4).

b^* değerinde en yüksek sonuç kaynatılan çözelti ile işlem görmüş örnekler üzerinde (35,20) elde edilirken, en düşük sonuç kontrol örneklerinde (15,53) bulunmuştur. Her iki çözeltiler ile b^* değerlerinde artışlar elde edilmiştir. b^* için en yüksek artış oranı %126,66 oranında kaynatılan çözeltilerde bulunurken, en düşük artış oranı ise %122,47 oranında kaynatılmayan çözeltilerde elde edilmiştir (Tablo 4).

C^* parametresinde en yüksek sonuç kaynatılan çözelti ile

işlem görmüş örneklerde (36,04) belirlenirken, en düşük sonuç kontrol deney örneklerinde (16,08) tespit edilmiştir. Her iki çözeltiler ile C^* değerlerinde artışlar belirlenmiştir. C^* parametresinde en yüksek artış oranı kaynatılan çözeltiler ile %124,13 oranında elde edilirken, en düşük artış oranı ise kaynatılmayan çözeltiler ile %117,35 oranında tespit edilmiştir (Tablo 4).

h^o değerinde en yüksek sonuç kaynatılan çözeltiler ile işlem görmüş deney grubu örneklerinde (81,39) görülürken, en düşük sonuç kontrol deney grubuna ait örneklerde (74,99) elde edilmiştir. Her iki çözeltiler ile h^o parametresinde artışlar bulunmuştur. h^o değerinde en yüksek artış oranı kaynatılan çözeltiler ile %8,53 oranında belirlenirken, en düşük artış oranı ise kaynatılmayan çözeltiler ile %8,45 oranında elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4.

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları

Test	Çözelti Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	10	81,39	-	A*	0,59	80,41	82,09	0,73
	Çözelti 1	10	72,89	↓10,44	B	0,17	72,67	73,14	0,23
	Çözelti 2	10	64,75	↓20,44	C**	1,61	61,89	66,91	2,49
a^*	Kontrol	10	4,17	-	C**	0,40	3,37	4,49	9,67
	Çözelti 1	10	5,26	↑26,14	B	0,23	4,79	5,65	4,34
	Çözelti 2	10	7,69	↑84,41	A*	0,79	6,57	8,76	10,33
b^*	Kontrol	10	15,53	-	C**	0,31	14,98	15,92	2,02
	Çözelti 1	10	34,55	↑122,47	B	0,28	33,92	34,85	0,81
	Çözelti 2	10	35,20	↑126,66	A*	0,26	34,77	35,48	0,73
C^*	Kontrol	10	16,08	-	C**	0,39	15,38	16,52	2,41
	Çözelti 1	10	34,95	↑117,35	B	0,29	34,26	35,25	0,83
	Çözelti 2	10	36,04	↑124,13	A*	0,32	35,45	36,44	0,90
h^o	Kontrol	10	74,99	-	C**	1,20	73,96	77,47	1,61
	Çözelti 1	10	81,33	↑8,45	B	0,36	80,68	81,96	0,44
	Çözelti 2	10	81,39	↑8,53	A*	0,59	80,41	82,09	0,73

Çözelti 1: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması yok, Çözelti 2: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması var, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç,

Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün parlaklık değerlerinde [3 farklı açılarda (20°, 60° ve 85°) ve 2 farklı yönlerde] çözeltiler türü faktörünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 6’da parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları gösterilmektedir. Parlaklık değerlerine bakıldığında bütün derece ve yönler üzerinde yapılan ölçümlerde ahşap malzeme yüzeylerinde 2 farklı uygulamalar ile azalmalar elde edilmiştir. En yüksek ölçüm sonuçları kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük ölçüm sonuçları ise kaynatılan çözeltiler ile elde edilmiştir (Tablo 6).

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün WI^* değerlerinde bütün yönler için çözeltiler türü faktörünün anlamlı olarak elde edildiği belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 5.*Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları*

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Çözelti Türü	⊥20°'de parlaklık	2,955	2	1,477	997,200	0,000*
	⊥60°'de parlaklık	54,392	2	27,196	2185,393	0,000*
	⊥85°'de parlaklık	8,664	2	4,332	443,045	0,000*
	∥20°'de parlaklık	4,819	2	2,409	1626,300	0,000*
	∥60°'de parlaklık	103,968	2	51,984	1096,538	0,000*
	∥85°'de parlaklık	53,219	2	26,609	816,423	0,000*
Hata	⊥20°'de parlaklık	0,040	27	0,001		
	⊥60°'de parlaklık	0,336	27	0,012		
	⊥85°'de parlaklık	0,264	27	0,010		
	∥20°'de parlaklık	0,040	27	0,001		
	∥60°'de parlaklık	1,280	27	0,047		
	∥85°'de parlaklık	0,880	27	0,033		
Toplam	⊥20°'de parlaklık	15,540	30			
	⊥60°'de parlaklık	254,420	30			
	⊥85°'de parlaklık	15,840	30			
	∥20°'de parlaklık	23,740	30			
	∥60°'de parlaklık	511,520	30			
	∥85°'de parlaklık	97,780	30			
Düzeltilmiş Toplam	⊥20°'de parlaklık	2,995	29			
	⊥60°'de parlaklık	54,728	29			
	⊥85°'de parlaklık	8,928	29			
	∥20°'de parlaklık	4,859	29			
	∥60°'de parlaklık	105,248	29			
	∥85°'de parlaklık	54,099	29			

 $\alpha \leq 0.05$ sütunu için *: Anlamlı**Tablo 6.***Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları*

Test	Çözelti Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
⊥20°	Kontrol	10	1,06	-	A*	0,05	1,00	1,10	4,87
	Çözelti 1	10	0,58	↓45,28	B	0,04	0,50	0,60	7,27
	Çözelti 2	10	0,30	↓71,70	C**	0,00	0,30	0,30	0,00
⊥60°	Kontrol	10	4,32	-	A*	0,10	4,20	4,50	2,39
	Çözelti 1	10	2,38	↓44,91	B	0,12	2,30	2,60	5,17
	Çözelti 2	10	1,04	↓75,93	C**	0,11	0,90	1,20	10,34
⊥85°	Kontrol	10	1,24	-	A*	0,17	1,00	1,40	13,81
	Çözelti 1	10	0,10	↓91,94	B**	0,00	0,10	0,10	0,00
	Çözelti 2	10	0,10	↓91,94	B**	0,00	0,10	0,10	0,00
∥20°	Kontrol	10	1,30	-	A*	0,00	1,30	1,30	0,00
	Çözelti 1	10	0,76	↓41,54	B	0,05	0,70	0,80	6,79
	Çözelti 2	10	0,32	↓75,38	C**	0,04	0,30	0,40	13,18
∥60°	Kontrol	10	5,96	-	A*	0,14	5,80	6,20	2,40
	Çözelti 1	10	3,68	↓38,26	B	0,30	3,30	4,10	8,18
	Çözelti 2	10	1,40	↓76,51	C**	0,18	1,20	1,60	12,60
∥85°	Kontrol	10	3,08	-	A*	0,29	2,60	3,40	9,53
	Çözelti 1	10	0,44	↓85,71	B	0,11	0,30	0,60	24,43
	Çözelti 2	10	0,10	↓96,75	C**	0,00	0,10	0,10	0,00

Çözelti 1: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması yok, Çözelti 2: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması var, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç,

Tablo 7.*Beyazlık indeksi (WI*) değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları*

Varyans Kaynağı	Beyazlık İndeksi (WI*) Testi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Çözelti Türü	Dik yönde (\perp)	8056,824	2	4028,412	12565,518	0,000*
	Paralel yönde (\parallel)	3044,611	2	1522,305	7831,982	0,000*
Hata	Dik yönde (\perp)	8,656	27	0,321		
	Paralel yönde (\parallel)	5,248	27	0,194		
Toplam	Dik yönde (\perp)	38593,780	30			
	Paralel yönde (\parallel)	16694,660	30			
Düzeltilmiş Toplam	Dik yönde (\perp)	8065,480	29			
	Paralel yönde (\parallel)	3049,859	29			

 $\alpha \leq 0.05$ sütunu için *: Anlamlı

Beyazlık indeksi (WI*) değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Her iki çözelti ile WI* \perp ve \parallel yönlerdeki değerlerde azalmalar belirlenmiştir. WI* \perp yönde değerleri için en düşük sonuç kaynatılan çözelti ile işlem görmüş örneklerde (11,94) belirlenirken, en yüksek sonuç kontrol deney örneklerinde (52,08) elde edilmiştir. Her iki çözelti ile WI* \perp yönde en yüksek azalış oranı kaynatılan çözelti ile %77,07 oranında elde edilirken, en düşük azalış oranı ise kaynatılmayan çözelti ile %39,17

oranında tespit edilmiştir (Tablo 8).

WI* \parallel yönde ölçümlere ait değerlere bakıldığında ise, en düşük sonuç kaynatılan çözelti ile işlem görmüş örneklerde (11,52) görülürken, en yüksek sonuç kontrol deney örneklerinde (35,18) tespit edilmiştir. WI* \parallel yönde en yüksek azalış oranı kaynatılan çözelti ile %67,25 oranında elde edilirken, en düşük azalış oranı ise kaynatılmayan çözelti ile %50,88 oranında bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8.*Beyazlık indeksi (WI*) değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları*

Test	Çözelti Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
WI* \perp	Kontrol	10	52,08	-	A*	0,79	50,60	52,60	1,51
	Çözelti 1	10	31,68	↓39,17	B	0,48	31,20	32,50	1,51
	Çözelti 2	10	11,94	↓77,07	C**	0,34	11,40	12,40	2,83
WI* \parallel	Kontrol	10	35,18	-	A*	0,41	34,50	35,60	1,16
	Çözelti 1	10	17,28	↓50,88	B	0,20	17,00	17,50	1,18
	Çözelti 2	10	11,52	↓67,25	C**	0,61	10,80	12,30	5,32

Çözelti 1: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması yok, Çözelti 2: Atık kahve + karbonat + beyaz sirke karışımı sonrası kaynatma uygulaması var, *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

Tablo 9’da toplam renk farklılıklarına ait sonuçları verilmiştir. Her iki uygulamalar ile ΔE^* değerleri kaynatılmayan çözelti ile 20,86 ve kaynatılan çözelti ile 26,00 olarak tespit edilmiştir. Renk değiştirme kriterlerine bakıldığında her 2 çözelti ile “çok güçlü (> 12,00)” kategorisinin elde edildiği görülmüştür. ΔL^* değerleri negatif (referanstan daha koyu) elde edilirken, Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri ise pozitif olarak bulunmuştur (sırasıyla:

referanstan daha kırmızı, referanstan daha sarı ve referanstan daha net, daha parlak). ΔH^* değerleri kaynatılmayan çözelti ile 2,65 ve kaynatılan çözelti ile 1,08 olarak belirlenmiştir. Hazırlanmış olan karışımın kaynatılması ile daha yüksek toplam renk farkının elde edildiği görülmüştür (Tablo 9).

Tablo 9.**Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar**

Çözelti Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk Değişirme Kriteri (DIN 5033, 1979)
Çözelti 1	-8,50	1,10	19,02	18,87	2,65	20,86	Çok güçlü (> 12.0)
Çözelti 2	-16,64	3,52	19,67	19,95	1,08	26,00	

Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada uygulanan çözeltiler ile ahşap malzemenin rengi tamamen değişmiştir. Atık kahve tozunun başka ahşap türlerinde de renk değiştirme işleminde kullanılması önerilmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- Ü.A., O.Ç.; Tasarım-O.Ç.; Denetleme- Ü.A., O.Ç.; Kaynaklar- Ü.A., O.Ç.; Veri Toplanması ve İşlemesi Ü.A., O.Ç.; Analiz ve Yorum- Ü.A., O.Ç.; Literatür Taraması- Ü.A., O.Ç.; Yazıyı Yazan- Ü.A., O.Ç.; Eleştirel İnceleme- Ü.A., O.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - Ü.A., O.Ç.; Design- Ü.A., O.Ç.; Supervision- Ü.A., O.Ç.; Resources- Ü.A., O.Ç.; Data Collection and Processing- Ü.A., O.Ç.; Analysis and Interpretation- Ü.A., O.Ç.; Literature Search- Ü.A., O.Ç.; Writing Manuscript- Ü.A., O.Ç.; Critical Review- Ü.A., O.Ç.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

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

Kaynaklar

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü. (2024a). Change in wood color due to the use of waste vegetable oils. *Drewno*, 67(213), 00020. <https://doi.org/10.53502/wood-189868>.
- Ayata, Ü. (2024b). The effects of carbonate and vinegar mixture on selected surface properties of iatandza (*Albizia ferruginea*) wood, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 7(1), 17-25. <https://doi.org/10.33725/mamad.1457494>.

Ayata, Ü., Bilginer, E.H., & Çamlıbel, O. (2024). Gıda sektöründe kullanılan bazı kimyasalların Honduras rosewood (*Dalbergia stevensonii* Standl.) ahşabında renk açma kimyasalı olarak kullanılması üzerine bir çalışma, *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 32-40.

Bellemare, M. F., Çakir, M., Peterson, H. H., Novak, L., & Rudi, J. (2017). On the measurement of food waste. 99(5), 1148-1158. <https://doi.org/10.1093/ajae/aa034>.

Blinová, L., Sirotiak, M., Bartošová, A., & Soldán, M. (2017). Utilization of waste from coffee production. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 25(40), 91-101. <https://doi.org/10.1515/rput-2017-0011>.

Bresanni, R. (1979). Factoresantifisiológicos de la pulpa de cafe. In: Braham J.E., Bresanni, R. (Eds.), *Pulpa de Cafe: Composición, Tecnología y Utilización*. International Development Research Centre, Ottawa, Canada, pp. 143-152

Çamlıbel, O., & Ayata, Ü. (2024a). Atık bitkisel yağlarla muamele edilmiş iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) odununda beyazlık indeksi, renk ve parlaklık değerlerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 15-21. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.1326836>.


Çamlıbel, O., & Ayata, Ü. (2024b). Su bazlı sıvı gıda boyaları uygulanmış sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton.) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, *European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya, 535-544.


Çamlıbel, O., & Ayata, Ü. (2024c). Movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) ahşabında renk değiştirme işlemi olarak farklı sirke türlerinin ve karbonat kimyasallarının kullanılması üzerine bir araştırma, *European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya, 563-571.

- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- EU FUSIONS. (2016). About FUSIONS. Available at. <https://www.eu-fusions.org/index.php/about-fusions>.
- Garcia-Garcia, G., Woolley, E., Rahimifard, S., Colwill, J., White, R., & Needham, L. (2017). A methodology for sustainable management of food waste. *Waste and biomass valorization*, 8(6), 2209-2227. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9720-0>.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Kondamudi, N., Mohapatra, S. K., & Misra, M. (2008). Spent coffee grounds as a versatile source of green energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11757-11760. <https://doi.org/10.1021/jf802487s>.
- Lange, D. R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45-58. DOI: 10.1016/j.resconrec.2012.06.005.
- Nigam, P., & Singh, A., (2014). Cocoa and Coffee Fermentations, *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition): 485-492.
- Ocampo-Lopez, O. L., & Álvarez-Herrera, L. M. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes del Cenes*, 36(64), 139-165. <https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419>.
- Padmapriya, R., Tharian, J. A., & Thirunalasundari, T. (2013). Coffee waste management-An overview. *International Journal of Current Science*, 9, 83-91.
- Priyadarshini, A., Rajauria, G., Wen, L., & Tiwari, B. K. (2019). Bio-waste to bio-based. *Food, Tresearch*, Autumn 2019, 14(3), 26-27.
- Socas-Rodríguez, B., Álvarez-Rivera, G., Valdés, A., Ibáñez, E., & Cifuentes, A. (2021). Food by-products and food wastes: Are they safe enough for their valorization?. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 133-147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.002>.
- Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., & Schmitzer, V. (2010). Comparative study of primary and secondary methabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 119(2), 477-483. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.044>.
- Wunder, S., McFarland, K., Hirschnitz-Garbers, M., Parfitt, J., Luyckx, K., Jarosz, D., Youhanan, L., Stenmarck, A., Colin, F., Burgos, S., Gheoldus, M., Cummins, A. C., Mahon, P., & van Herpen, E. (2018). Food waste prevention and valorisation: Relevant EU policy areas. Review of EU Policy Areas With Relevant Impact on Food Waste Prevention and Valorisation. *ReFresh Deliverable*, 3.
- Zor, M., & Sengul, M. (2022). Possibilities of using extracts obtained from *Rosa pimpinellifolia* L. flesh and seeds in ice cream production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16225. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16225>.

Geleneksel Yoğurtlardan Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve İzole Edilen Bakterilerin Yoğurt Nitelikleri Üzerine Etkisi

Isolation of Yogurt Bacteria from Traditional Yogurts and the Effect of the isolated Bacteria on Yogurt Characteristics

Mehmet Çağlar FIRAT¹ 
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Turizm ve Otelcilik Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, Aşçılık Pr. Erzincan

Bülent ÇETİN² 
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Erzurum, Türkiye



ÖZ

Bu çalışmada İzmir, Antalya, Yozgat, Adana ve Mersin illerinden temin edilmiş ev tipi yoğurtlardan *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* kültürleri izole edilmiş ve bunlarla 3 adet yoğurt ve 1 adet kontrol yoğurdu üretilmiştir. Üretilen yoğurtların pH, yüzde asitlik, serum ayrılması ve viskozite gibi fizikokimyasal parametreleri incelenmiş olup ayrıca duyu analizi yapılmıştır. Laktik asit cinsinden yüzde asitlik değerleri %0,68-0,93 aralığında olup en yüksek asitliğe B örneğinin, pH değerleri 3,40-4,06 aralığında olup en düşük pH değerine yine B örneğinin, serum ayrılması 7,05-10,25 mL aralığında olup en yüksek serum ayrılması değerine A örneğinin, viskozite değerleri ise 4425-10827cP aralığında olup en yüksek viskozite değerine kontrol örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizlerde ise beğenilirlik sırası ile Kontrol > A > C > B örnekleri şeklinde olmuştur. Kültür seçiminin yoğurdun fizikokimyasal özellikleri ve duyu analizi sonuçlarını doğrudan etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, starter kültür, fermentasyon, duyu analizi, viskozite

ABSTRACT

In this study 3 yogurts and 1 control yogurt were produced, with *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* cultures which were isolated from home-type yogurts obtained from İzmir, Antalya, Yozgat, Adana and Mersin provinces. The physicochemical parameters of the yogurts such as pH, titratable acidity, syneresis and viscosity were examined and sensory analysis was also performed. Titratable acidity values varied between 0.68-0.93% and sample B had the highest acidity, pH value was between 3.40-4.06 and sample B had the lowest pH value, syneresis was between 7.05-10.25 mL and sample A had the highest serum separation value, and viscosity values were between 4425-10827cP and the control sample had the best viscosity value. In sensory analysis, Control, A, C and B samples had the best scores respectively. It has been determined that culture selection directly affects the physicochemical properties and sensory analysis results of yoghurt.

Keywords: Yogurt, starter, fermentation, sensory, viscosity

Geliş Tarihi/Received 09.08.2024
Revizyon Talebi / Revision Requested 22.09.2024
Son Revizyon / Last Revision 30.09.2024
Kabul Tarihi/Accepted 30.09.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 30.09.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Mehmet Çağlar FIRAT

E-mail: mcfirat@erzincan.edu.tr

Cite this article: Firat, M.Ç., & Çetin, B. (2024). Isolation of Yogurt Bacteria from Traditional Yogurts and the Effect of the isolated Bacteria on Yogurt Characteristics. *Food Science and Engineering Research*, 3(2), 123-129.



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

Giriş

Yoğurt, dünya genelinde popüler bir fermente süt ürünü olup, sağlık yararları, zengin besin içeriği ve benzersiz tadıyla geniş bir coğrafyada kendine yer bulmuştur (Şeregelj et. al 2021). Ancak bu lezzetli ürünün arkasındaki süreç, doğru bakteri kültürlerinin seçilmesiyle başlar. Yoğurt üretiminde doğru kültür seçimi, lezzetin, kıvamın ve kalitenin temelini oluşturur (Li et al. 2023). Yoğurt üretiminde kullanılan bakteri kültürleri *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dur (Cebeci ve Gürakan 2008). Bu iki bakteri türü, laktik asit üreterek pH seviyesini düşürürler. Bu düşük pH seviyesi, süt proteini olan kazeinin pıhtılaşmasını sağlar ve yoğurt kıvamını alır (Tamime ve Deeth 1980). Ayrıca, bu bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucu oluşan laktik asit hem yoğurdun dayanıklılığını artırır hem de karakteristik ekşimsi tadını oluşturur (Harmankaya et. al. 2022). Yoğurt üretiminde kullanılacak bakteri kültürlerinin seçimi, son ürünün kalitesini ve özelliklerini belirler (Siregar et al. 2022). Doğru bakteri kültürleri seçilmezse, istenilen kıvam ve lezzet elde edilemeyebilir. Aynı zamanda, yanlış bakteri kültürleri kullanılması sonucunda istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesi ve ürünün bozulması gibi sorunlar ortaya çıkabilir (Yaygın ve Kılıç 1996).

Üreticiler, yoğurt üretiminde kullanacakları bakteri kültürlerini dikkatlice seçmeli ve kalite kontrol süreçlerini sıkı bir şekilde uygulamalıdır (Akin 2006). Kaliteli ve sağlıklı bir ürün elde etmek için uygun bakteri türlerini seçmek ve üretim sürecini hijyenik bir ortamda yönetmek büyük önem taşır (Chandan, ve Nauth 2012). Yoğurt üretiminde kullanılan bakteri kültürlerinin türleri, coğrafi bölgelere ve üreticilerin tercihlerine göre değişebilir. Farklı bakteri türleri ve suşları, yoğurtta hafif farklılıklar yaratarak çeşitli tat ve kıvam profilleri oluşturabilir (Çalışkanlar 2023, Song et al. 2023). Bu da farklı pazar segmentlerine ve tüketici tercihlerine hitap etme imkânı sağlar. Yoğurt üretiminde doğru bakteri kültürlerini seçmek, ürünün kalitesini belirleyen kritik bir adımdır (Fahmid et al. 2016). *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* gibi bakteri türleri, yoğurt üretiminde kullanılan kültürlerdir (Akin 2006). Ancak, üreticilerin ürünlerini farklılaştırma amacıyla farklı bakteri türleri ve suşları kullanmaları da mümkündür (Bilal et al. 2021, Sidhu et al. 2020, Zhang et al. 2020). Araştırmalar, yoğurt kültürlerinin seçiminin yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini etkilediğini göstermektedir. Örneğin, bazı kültürler yoğurdun viskozitesini artırabilir, tadını değiştirebilir, ekşiliğini etkileyebilir. Tüketici isteklerine göre eşleştirmeler yapılabilmektedir (Yılmaz et al., 2015, İspirli ve Dertli, 2017,

Akpınar et al., 2020). EPS üreten suşların açığa çıkarılmasıyla bu çalışmalar daha da artmış olmakla birlikte uzayan yapı oluşturan her tür istenen kıvamın oluşmasını sağlamayabilir (Rawson ve Marshall, 1997). Kalite kontrol, hijyen ve doğru kültür seçimi bir araya geldiğinde, sağlıklı, lezzetli ve kaliteli yoğurt üretmek mümkün olur. Bu çalışmada Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanan geleneksel yoğurtlardan starter kültürler izole edilmiş, eşleştirme yapıp üç deneme yoğurdu üretilmiş ve kültür çeşitliliğinin üretilen yoğurtların özelliklerine yaptığı etki incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Numune yoğurtlar geleneksel yöntemlerle üretilmiş (ev tipi) olup, İzmir, Antalya, Yozgat, Adana ve Mersin illerinden temin edilmiş, +4°C'de soğuk zincir bozulmadan laboratuvara getirilmiş ve bekletilmeden analizlere tabi tutulmuştur.

Yoğurt bakterilerinin izolasyonu ve tanılanması

Yoğurtta bulunan laktobasillerin izolasyonu (Speck 1984; Pichhardt 2004).’in önerdiği şekilde anaerobik şartlarda MRS (de Man, Rogosa, Sharpe) agar (Merck) ile yapılmıştır. İnkübasyon 2-3 gün devam ettirilmiş olup katalaz testi ile uzun çubuk şeklindeki bakteriler izole edilmiştir. Laktokokların izolasyonu için (Pichhardt 2004)’in önerdiği şekilde aerobik şartlarda M17 agar (Oxoid) ile yapılmıştır. İnkübasyon 1 gün devam ettirilmiş olup katalaz testi ile zincir oluşturmuş kok bakteriler izole edilmiştir.

Yoğurt örneklerinde izole edilen bakterilerinin DNA izolasyonu Singh ve Ramesh’in (2009) önerdiği metod ile, tanılanması ise 16S rRNA bölgeleri çoğaltılarak gerçekleştirilmiştir (Kathleen et al. 2014).

Yoğurt üretimi

Elde edilen suşlar farklı yoğurtlar elde etmek üzere eşleştirilerek yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Piyasadan temin edilen sütlerin kullanıldığı denemede sütler önce 95°C'de 3 saniye pastörize edilmiş, ardından mayalama sıcaklığı olan 45°C'ye soğutulmuş ve eşleştirilen kültürler ile inoküle edilmiştir. Bunun için saf kültürler steril fizyolojik tuzlu suya (%0,85) alınarak konsantrasyon 108kob/mL'ye ayarlanmıştır. Ardından sterilize edilmiş süt içine 1mL bakteri hücresi aktarılmış ve 4 saat boyunca 37°C'de inkübe edilmiştir. Bu şekilde aktifleştirilmiş ve çoğaltılmış ara kültür hazırlanmıştır. Eşleştirme A (Adana L+Yozgat S), B (İzmir L+Mersin S), C (Antalya L+ Antalya S) şeklinde rastgele

yapılmıştır. Kontrol grubu olarak liyofilize yoğurt kültürü (Genesis Lab.) %2,5 oranında inoküle edilmiştir. Ara kültürler 1:1 oranında birleştirilerek sütlere aktarılmış ve 45°C'de fermentasyon başlatılmıştır. Fermentasyon pH 4,60'ta durdurulmuş ve yoğurtlar +4°C'ye aktarılmıştır 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde analizler yapılabilmesi için depolama 28 gün devam ettirilmiştir.

Yoğurt analizleri

Üretilen yoğurtlara pH, titrasyon asitliği, duyu analizi ve viskozite analizleri uygulanmıştır. pH ölçümü, cihaz (Hanna pH 211) 4 ve 7 olarak kalibre edildikten sonra yapılmıştır. Ölçümden önce cihaz standart çözeltiler ile kalibre edilmiştir (Bakırcı et al. 2015). Titrasyon yönteminde kullanılan titrasyon asitliği analizinde örnek fenolftaleyn indikatörü eşliğinde 0,1N NaOH ile yapılmıştır. Seyreltme faktörü de hesaba katılarak hesaplama yapılmıştır (Bakırcı vd 2015). Serum ayrılması 4°C'de 25g örneğin 2 saat kaba filtre kağıdında bekletilmesi, ve süzütünün hacminin ölçülmesi ile yapılmıştır (Atamer ve Sezgin 1986). Viskozite Brookfield DV-II +Pro cihazı ile dakikada 20 dönüş olacak şekilde 6 nolu başlık ile yapılmıştır (Bakırcı vd 2015). Verilerin istatistiksel analizi SPSS 20.00 paket kullanılarak yapılmış olup, öncelikle Varyans analizine tabi tutulmuş ardından da önem arz eden varyasyonlara ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tablo 1'de çalışmada üretilen yoğurtların titrasyon asitliği değerleri gösterilmiştir. Buna göre titrasyon asitliği A, B, C ve Kontrol örnekleri için sırasıyla %0,72-0,86, %0,68-0,93, %0,71-0,88 %0,68-0,87 aralığında değişmiştir.

Tablo 1.

Çalışma kapsamında üretilen yoğurtların titrasyon asitliği değerleri

Asitlik (%)	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
A	0,72±0,00	0,78±0,01	0,86±0,00	0,81±0,00	0,78±0,00
B	0,68±0,01	0,76±0,01	0,93±0,01	0,88±0,01	0,82±0,01
C	0,71±0,01	0,78±0,00	0,81±0,00	0,86±0,00	0,88±0,01
Kontrol	0,68±0,01	0,74±0,00	0,78±0,01	0,87±0,00	0,81±0,07

En yüksek titrasyon asitliği değerleri B ve C örneklerinde gözlenirken bunların ardından Kontrol ve A örneği gelmiştir (Tablo 6). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği yoğurtta titrasyon asitliğinin kütlece %0,6- %1,5 aralığında olabileceğine hükmetmiştir (Anonim 2022). Üretilen yoğurtların asitlik değerleri mevzuata uygun olup Tablo 5 ve Tablo 6 incelendiğinde kültür farklılığı, depolama süresi, ve

bu parametrelerin etkileşimlerinin yoğurtların titrasyon asitliği üzerine önemi derecede ($p<0,01$) etki ettiği görülmüştür. Kuru madde oranı arttıkça ve hızlı soğutma yapıldığında asitlik gelişiminin daha iyi olduğu gösterilmiştir (Tamime ve Deeth 1980).

Dört hafta boyunca devam eden depolama süresi boyunca yoğurtlardaki pH değişimleri Tablo 2'de gösterilmiştir. İki buçuk-3 saat aralığında devam eden fermentasyon pH 4,60'a ulaşmasından sonra +4°C soğutucuya aktarılmıştır. Birinci günü 3,77 pH ile tamamlayan B örneği depolama süresince lineer bir alçalma ile 4. hafta sonunda 3,40'a ulaşmıştır. Daha yavaş bir asitlenme seyri izleyen C örneği için 3,49 iken kontrol için 3,58'e ulaşmıştır.

Tablo 2.

Seçilen suşlar ile üretilen yoğurtların pH değerleri

pH	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
A	4,08±0,04	3,66±0,06	3,73±0,11	3,80±0,13	3,79±0,27
B	3,77±0,02	3,63±0,03	3,57±0,02	3,56±0,08	3,40±0,01
C	4,03±0,03	3,70±0,01	3,76±0,16	3,80±0,13	3,49±0,01
Kontrol	4,06±0,06	3,75±0,01	3,90±0,13	3,84±0,12	3,58±0,04

Kültür farklılığının denemede üretilen yoğurtların pH'sı üzerine etkili olduğu görülmekle beraber C örneğinin diğerleri arasında en düşük pH değerine B örneğinin sahip olduğu görülmüştür. Farklı kültür ilavesinin örnek pH'larına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına bakıldığında, C ve A örneklerinin aynı B örneğinin ise bunlardan $p<0,01$ düzeyinde farklı olduğu görülmüştür (Tablo 6). Ceylan ve Biberoglu (2013), Güngör et al. (2020) ve Herdem (2006) geleneksel yöntemlerle üretilmiş yoğurtların pH'larını sırasıyla 3.43-4.19, 3.09-4.81 ve 3.40- 4.77 gibi geniş bir aralıkta tespit etmişlerdir. Geleneksel üretime standart bir üretimden söz edilemeyeceği için geniş pH aralıkları gözlenmiştir. Bu çalışmada üretilen yoğurtlarda pH 3,40-4,06 aralığında ve beklendiği gibi iniş trendinde olup B örneği diğerlerine göre daha keskin bir düşüş yaşamıştır. Çalışmada depolama süresi ve kültür çeşitliliği interaksiyonlarının yoğurt örneklerinin pH'sı üzerine önemi derecede ($p<0,01$) etki ettiği tespit edilmiştir (Tablo 5).

Serum ayrılması yoğurt kalite kriterlerinden biridir (Arab et al. 2023). Tablo 3'te üretilen yoğurtların serum ayrılması değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3.

Eşleştirilen suşlar ile üretilen yoğurtların serum ayrılması değerleri

Serum ayrılması (mL/25 g)	1. gün	7. gün	14. gün	21. gün	28. gün
A	7,05±0,07	10,25±0,07	8,25±0,07	7,45±0,07	8,65±0,07
B	8,4±0,00	8,75±0,07	8,55±0,07	7,05±0,07	7,55±0,07
C	9,05±0,07	8,25±0,07	8,3±0,00	8,15±0,07	7,10±0,57
Kontrol	9,00±0,00	8,4±0,00	8,35±0,21	8,45±0,35	7,35±0,21

Tablo 3 incelendiğinde C ve B örneklerinin aşağı yönde seyir izledikleri A örneğinin ise 7. günde bir artış gösterdiği gözlenmiştir. Kontrol grubu da B ve C örnekleri gibi düşüş seyrindedir. Üretilen yoğurtlar arasında A örneği serum ayrılması açısından 10,25mL/25 g ile en yüksek değeri 1. haftada göstermiştir. İkinci, 3. ve 4. haftalarda sırasıyla 8,25m/25 gl, 7,45 mL/25 g ve 8,6 mL/25 g ile yine diğerlerine göre yüksek seyretmiştir. Bu çalışmada A örneği diğerlerine ve kontrol örneğine göre daha fazla serum ayrılması değerleri gösterirken farklı kültür seçiminin serum ayrılmasını doğrudan etkilediği görülebilir. Çalışmada uygulanan depolama süresi, kültür çeşitliliği ve bunların interaksiyonlarının yoğurtların serum ayrılması değerlerine üzerine önemli derecede ($p<0,01$) etki ettiği belirlenmiştir (Tablo 5). Serum ayrılmasının kuru madde oranı arttıkça azaldığı çeşitli çalışmalarda bildirilse de (Atamer ve Sezgin 1986) kültür seçimi ile bu değerlerin düşürülmesinin kuru madde artırılması yerine tüketici tercihleri açısından daha olumlu olabileceği değerlendirilmektedir.

Bir akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilecek görünüm viskozite tüketicilerin de önem verdiği konulardan biri olduğu için yoğurt teknolojisinde de önemli parametrelerden biridir. Tablo 4 haftalar bazında viskozite değerlerini göstermektedir.

Tablo 4.

Haftalar bazında viskozite değerleri (cP)

Viskozimetre hızı	1. gün	7. gün	14.gün	21. gün	28. gün
A 20	5599±57	6011±15	4425±78	7878±30	6851±16
B 20	8562±17	5945±35	5910±28	5660±14	6824±21
C 20	9255±8	7783±10	6113±18	8352±33	9077±30
Kontrol 20	10827±38	9442±60	7853±8	9115±134	9556±129

Tablo 4 incelendiğinde; görünür viskozite A örneği için 5599-7878cP, B örneği için 5910-8562cP C örneği için 6113-9255cP, Kontrol yoğurdu için 7853-10827cP aralığında ölçülmüştür. Kontrol örneğinin deneme yoğurtlarına kıyasla en yüksek viskozite değerine sahip olduğu görülmüştür. Sırasıyla C, B ve A örnekleri Kontrol örneğini takip etmiştir. Viskoz bir yoğurt elde edilmesi kuru madde oranı ile ilgili olsa da en büyük faktör ekzopolisakkarit üreten suşların kullanılmasıdır. Ticari kültürlerde birçok faktör ön planda olmasına rağmen bu çalışmada daha iyi kültürleri tespit etmekten ziyade farklılıkların ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmanın kısıtlılıklarından biri budur. Tablo 5 incelendiğinde depolama süresi kültür çeşitliliği ve bunların etkileşiminin yoğurt örneklerinin viskozitesi üzerine önemli derecede ($p<0,01$) etki ettiği görülmüştür.

Tablo 5.

Farklı kültürler ile üretilen yoğurt örneklerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kültür	n	% asitlik	pH	Sineresiz	Viskozite
A	10	0,79±0,048 ^c	3,58±0,19 ^a	8,33±1,18 ^a	6153±1228 ^d
B	10	0,81±0,091 ^a	3,75±0,13 ^b	8,06±0,69 ^b	6580±1124 ^c
C	10	0,80±0,064 ^b	3,81±0,20 ^a	8,17±0,68 ^{ab}	8116±1193 ^b
Kontrol	10	0,76±0,066 ^d	3,82±0,18 ^a	8,31±0,58 ^b	9358±1005 ^a

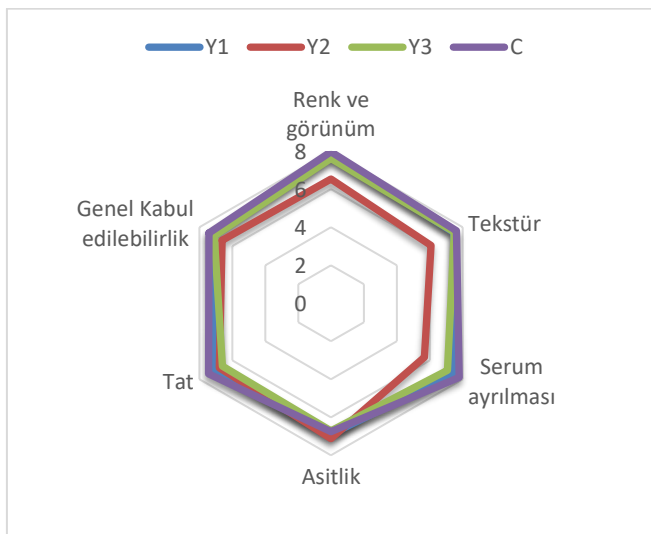
Depolama süresince yoğurtların özelliklerindeki değişim Tablo 6'da toplu olarak verilmiştir.

Tablo 6.

Depolama süresince örneklerin bazı özelliklerine ait Duncan test sonuçları

Depolama Süresi (gün)	n	% asitlik	pH	Serum ayrılması	Viskozite
1	8	0,70±0,019 ^e	3,98±0,13 ^a	8,37±0,86 ^b	8560±2190 ^a
7	8	0,76±0,018 ^d	3,68±0,05 ^b	8,91±0,84 ^a	7295±1665 ^e
14	8	0,84±0,060 ^b	3,74±0,15 ^b	8,36±0,15 ^b	6075±1403 ^d
21	8	0,86±0,028 ^a	3,74±0,15 ^b	7,78±0,60 ^c	7751±1484 ^c
28	8	0,81±0,045 ^c	3,56±0,18 ^c	7,66±0,67 ^c	8077±1444 ^b

Üretilen yoğurtlar için her paneliste bir numune ve doldurmaları için form verilmiş ve doldurmaları istenmiştir. Duyusal analiz testinde panelistlerin aç veya tam tok olmamalarına dikkat edilmiştir.



Şekil 1.
Üretilen yoğurtların duyu analizi sonuçları

Birçok parametrenin değerlendirildiği duyu analizi testinde Kontrol örneği en yüksek skorları (7,44) elde etmiştir (Şekil 1). Kontrol örneğini sırasıyla A (7,38) örneği, C (7,18) örneği ve B (6,72) örneği takip etmiştir. Panelistlere sunulan formda bulunan “Genel kabul edilebilirlik” bölümünde en yüksek skor (7,40) yine Kontrol örneği elde edilmiş olup, eşleştirilen suşlar arasında sıralama A (7,36), C (7,09) ve B (6,61) şeklindedir (Tablo 6). Skorlar incelendiğinde B örneğindeki asitliğin diğerlerine göre fazla olması daha az beğenilmesindeki etken olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında A örneğinin kontrol örneği ile çok yakın skorlar alması eşleştirme açısından olumlu olarak görülmektedir. Dolayısıyla tüketici tercihlerinin ölçüldüğü duyu analizi testi de kültür seçiminin önemini ortaya koymaktadır. Çetin ve Aktaş (2024) otokton ve ticari kültürler kullanarak ürettikleri yoğurtların duyu analizini yaptıkları çalışmada geleneksel kültürler ile üretilmiş yoğurtların daha yüksek skorlar aldığını belirtmiştir. Çalışmamızda kullanılan kültürler de otokton olup A örneği yüksek beğeni düzeyine erişmiştir.

Sonuç

Kültür seçimi fermente gıda üretimindeki en kritik noktalardan biridir. Çünkü standart üretim yapmanın ilk kuralı aynı kalitede starter kültürlerin kullanımınıdır. Modern üretimi ev tipi üretimden ayıran en önemli kriter son ürünün şansa bırakılmamasıdır. Her işletme kullandığı starter kültürleri ve diğer kültürleri özenle seçmekte ve kullanmaktadır. Yoğurt üretiminde saf kültürlerin kullanımı, ürün kalitesinin ve güvenliğinin korunması, üretim süreçlerinin kontrolü ve yasal uyum açısından büyük önem taşır. Her işletmenin son ürünü birbirinden farklı olmasının en büyük nedeni elbette kültürlerin tüketici isteklerine ve

son ürün ihtiyacına göre seçilmesidir. Bu çalışmada simbiyotik bir yaşam tarzına sahip yoğurt bakterilerinin seçiminin son ürünün fizikokimyasal özelliklerini ve duyu analizi sonuçlarını etkilediği gösterilmiştir. Yoğurt üreticilerinin kültür seçimini dikkatli bir şekilde yapmalarını ve ürün kalitesini standardize etmek için doğru kültür seçmeleri elzemdir. Daha detaylı starter kültür çalışmaları ve Ar-Ge faaliyetleri, mevcut kültürlerin iyileştirilmesi veya yeni kültürlerin geliştirilmesi ile rekabetçi ve yerli ürün üretiminde faydalı olacaktır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: -*;Konsept- MÇF; Tasarım- MÇF; Denetim – BÇ; Kaynaklar – MÇF; Malzemeler- BÇ; Veri Toplama ve/veya İşleme - MÇF; Analiz ve/veya Yorum - MÇF; Literatür Taraması - MÇF; Yazma - MÇF; Eleştirel İnceleme - BÇ

Çıkar Çatışması: Araştırmacılar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept- MÇF.; Design- MÇF.; Supervision- BÇ.; Resources- MÇF.; Data Collection and/or Processing- MÇF.; Analysis and/or Interpretation- MÇF; Literature Search- MÇF, M.K.; Writing Manuscript- MÇF, M.K.; Critical Review- BÇ.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: This study was supported within the scope of Atatürk University BAP projects. Project number: 2566. In addition, the study was taken from a section of the PhD thesis numbered 618958.

Kaynaklar

- Akın, N. (2006). Modern yoğurt bilimi ve teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Akpınar, A., Saygılı, D., & Yerlikaya, O. (2020). Production of set-type yoghurt using enterococcus faecium and enterococcus durans strains with probiotic potential as starter adjuncts. *International Journal of Dairy Technology*, 73(4), 726-736. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12714>
- Anonim (2022) Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44) <https://mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=9&MevzuatNo=39865&MevzuatTertip=5> Erişim: 07.08.2024
- Arab, M., Yousefi, M., Khanniri, E., Azari, M., Ghasemzadeh-Mohammadi, V., & Mollakhalili-Meybodi, N. (2023). A comprehensive review on yogurt syneresis: Effect of processing conditions and added additives. *Journal of Food Science and Technology*, 60(6), 1656-1665.

- Atamer, M., & Sezgin, E. (1986). Yoğurtlarda, kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 11(6).
- Bakırcı, İ., Tohma, G., Kavaz, A., 2015. Erzurum Piyasasında Satışa Sunulan Yoğurtların Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerinin İncelenmesi. *Akademik Gıda* 13(2) (2015) 127-134
- Bilal, M., Inayat, S., Manzoor, S., Imran, M., Lashari, M., & Hassan, A. (2021). Viability of probiotics (lactobacillus acidophilus and bifidobacterium bifidum) in set type yogurt made from buffalo milk. *Pure and Applied Biology*, 10(4). <https://doi.org/10.19045/bspab.2021.100102>
- Bodyfelt F.W., Tobias J. & Trout G.M. 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. 598 Van Nostrand Reinhold, New York.
- Çalışkanlar, S. (2023). Utilization of pomegranate and black grape seed by-products in yogurt production: effects on phenolic compounds and antioxidant activity. *Food Science & Nutrition*, 12(2), 1170-1179. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3832>
- Cebeci, A. & Gürakan, G. C. (2008). Molecular methods for identification of lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and streptococcus thermophilus using methionine biosynthesis and 16s rna genes. *Journal of Dairy Research*, 75(4), 392-398. <https://doi.org/10.1017/s0022029908003543>
- Ceylan, Z., & Biberoglu, Ö. (2013). Geleneksel olarak üretilen yoğurtların bazı kimyasal özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1), 43-51.
- Chandan, RC., & Nauth KR., (2012). Yogurt. Handbook of animal-based fermented food and beverage technology (2nd edition). CRC press.
- Çetin, B., & Aktaş, H. (2024). Investigation of Consumer Reactions Towards Yoghurts Produced by Using Autochthonous Isolates. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, 3(1), 59-67.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- Fahmid, S., Ansari, S., & Ali, J. (2016). Quality assessment of fresh yogurt marketed in Quetta, Pakistan. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(10), 5-11.
- Güngör, A. Ç., Gürbüz, S., Mutlu, A. K. I. N., Musa, A. K. I. N., & PALABIÇAK, B. (2020). Mardin İlinde Satışa Sunulan Endüstriyel ve Geleneksel Yöntemle Üretilen Yoğurtların Kalite Kriterlerinin Araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 221-226.
- Harmankaya, S., Akalin, E. B., & İşbarali, K. (2022). Ambalaj materyalinin yoğurdun raf ömrü ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2), 228-236. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1011541>
- Herdem, A. (2006). Farklı yörelerden toplanan geleneksel yöntemle üretilen yoğurt örneklerinin bazı niteliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- İspirli, H. & Dertli, E. (2017). Isolation and identification of exopolysaccharide producer lactic acid bacteria from turkish yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13351. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13351>
- Li, L., Zhou, L., Liu, X., Gong, J., & Xiao, G. (2023). Physicochemical, microbiological, and sensory properties of low-lactose yogurt using streptococcus thermophilus with high β-galactosidase activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(15), 7374-7380. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12840>
- Pichhardt, K., 2004. Gıda mikrobiyolojisi. Gıda Endüstrisi için Temel Esaslar ve Uygulamalar. Çevirenler: Y. Sekin, N. Karagözlü. Literatür Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
- Rawson, H. L. & Marshall, V. M. (1997). Effect of 'ropy' strains of lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus and streptococcus thermophilus on rheology of stirred yogurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 32(3), 213-220. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1997.00395.x>
- Šeregelj, V., Pezo, L., Šovljanski, O., Lević, S., Nedović, V., Markov, S., & Četković, G. (2021). New concept of fortified yogurt formulation with encapsulated carrot waste extract. *Lwt*, 138, 110732.
- Sidhu, M. K., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S., & Ranadheera, C. S. (2020). Probiotic yogurt fortified with chickpea flour: physico-chemical properties and probiotic survival during storage and simulated gastrointestinal transit. *Foods*, 9(9), 1144. <https://doi.org/10.3390/foods9091144>
- Siregar, D. R. K. W., Ginting, S., & Nurminah, M. (2022). The effect of adding butterfly pea flower extract (clitoria ternatea l.) and the ratio of starter lactobacillus bulgaricus and streptococcus thermophilus on yogurt quality. *International Journal of Research Publications*, 115(1). <https://doi.org/10.47119/ijrp10011511220224324>

- Song, Y., Li, S., Zhang, R., Tuo, Y., Li, X., & Jiang, S. (2023). Physicochemical properties, antigenicity and allergenicity of yoghurt fermented by *Lactiplantibacillus plantarum* ahq-14 combined with starter. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2527-2539. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16396>
- Speck, M. L., 1984. *Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association, Washington.
- St, L., & Wold, S. (1989). Analysis of variance (ANOVA). *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 6(4), 259-272.
- Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of food protection*, 43(12), 939-977.
- Yaygın, H., & Kılıç, S. (1993). Süt endüstrisinde saf kültür. *Altındağ Matbaacılık*, 107.
- Yilmaz, M. T., Dertli, E., Toker, O. S., Tatlısu, N. B., Sagdic, O., & Arici, M. (2015). Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory, and microstructural properties of the yogurt drink ayran: an optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1604-1624.
- Zhang, M., Jiang, Y., Cai, M., & Yang, Z. (2020). Characterization and ace inhibitory activity of fermented milk with probiotic *Lactobacillus plantarum* k25 as analyzed by gc-ms-based metabolomics approach. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(6), 903-911. <https://doi.org/10.4014/jmb.1911.11007>

Pekmez Üretim Yönteminin Sağlıklı Beslenmedeki Önemi

Importance of Pekmez Production Method in Healthy Nutrition

Öz

Üzüm pekmezi, neredeyse Türkiye'nin her yerinde üretilmekle birlikte, kırsal bölgelerde daha yaygındır ve çok eski bir geçmişe sahiptir. Üzüm pekmezi, özellikle günlük kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum ihtiyaçlarının önemli bir kısmını karşılayabilen, bir besindir. Osteoporoz ve buna bağlı kemik kırıklarının engellenmesi ve önlenmesinde, günlük kalsiyum ve fosfor alımına katkı sağlamak amacıyla üzüm ve pekmezin zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir. Üzüm pekmezi, vücut tarafından kolayca emilebilen Fe⁺⁺ içermesiyle de dikkat çekmekte olup bu mineralin sağlanması açısından önemli bir yardımcı gıda maddesidir. Ayrıca, bebeklerin dengeli beslenmesinde önemli rol oynayan esansiyel aminoasitleri içerir, bu da anne sütü dışında bir kaynak olarak üzüm pekmezi önemli kılar. Üzüm pekmezi, kalp ve damar hastalıklarının oluşumunu engelleyebilme potansiyeli nedeniyle sağlıklı bir yaşam için önemli rol oynar. Özellikle kısmen nemli bölgelerde üretilen kırmızı veya siyah üzümlerin içerdikleri resveratrol maddesi, damarlarda plak oluşumunu önleyebilir. Bu sayede kalp damar hastalıklarının tamamen önlenmesi veya en azından geciktirilebilmesine katkıda bulunabilir. Ancak, insan sağlığı açısından bu önemli gıda maddesinin üretim yöntemi de büyük bir önem taşır. Pekmez üretimi genellikle kırsalda veya küçük ölçekli işletmelerde açık kazan yöntemi olarak bilinen, 100-110°C gibi yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilir. Endüstriyel olarak ise vakum kazanlarında 60-65°C gibi daha düşük sıcaklıkta üretilir. Yüksek sıcaklıkta üzüm veya diğer meyvelerin içerdiği şekerin belli bir miktarı yanarak kanserojen madde olan hidroksimetilfurfural'a dönüşmektedir. Bu durum, pekmez kalitesi ve insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu makale, vakum pekmezinin avantajlarını vurgulayarak, geleneksel kırsal üretim yöntemlerinin olumsuz yönlerine odaklanarak, halk sağlığı açısından pekmez tüketirken dikkat edilmesi gereken konuları belirlemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pekmez, hidroksimetil furfural, vakumda üretim, geleneksel üretim, insan sağlığı

ABSTRACT

Grape pekmez is produced almost everywhere in Turkey, but it is more common in rural areas and has a long history. Grape pekmez is a nutritious food that can meet a significant portion of daily calcium, iron, potassium, and magnesium needs. It is known to be that grape and pekmez is a rich source for contributing to the prevention and treatment of osteoporosis and related bone fractures by providing daily calcium and phosphorus intake. Grape pekmez is notable for containing Fe⁺⁺ which can be easily absorbed by the body, making it an important supplementary food for providing this mineral. Additionally, it contains essential amino acids that play a significant role in the balanced nutrition of infants, making grape pekmez important as a source outside of breast milk. Due to its potential to prevent the formation of heart and vascular diseases, grape pekmez plays a crucial role in a healthy lifestyle. Especially, the resveratrol compound found in red or black grapes produced in partially humid regions can prevent plaque formation in blood vessels, contributing to the complete prevention or at least postponement of cardiovascular diseases. However, the production method of this important food item is also of great importance for human health. Pekmez production is generally carried out in rural areas or small-scale enterprises using the open vessel method at high temperatures, typically around 100-110°C. On an industrial scale, it is produced at lower temperatures, around 60-65°C, using vacuum boilers. At high temperatures, some of the sugars in grapes or other fruits can turn into the carcinogenic substance known as HMF (hydroxymethylfurfural). This situation holds great significance for pekmez quality and human health. This article aims to highlight the advantages of vacuum pekmez while focusing on the drawbacks of traditional rural production methods, with the intention of identifying considerations for consuming molasses in terms of public health.

Keywords: Pekmez, hydroxymethyl furfural, vacuum production, traditional production, human health

Ali BATU

Emekli öğretim üyesi, Antalya, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 13.03.2024
Revizyon Talebi / Revision Requested 30.05.2024
Son Revizyon / Last Revision 24.06.2024
Kabul Tarihi/Accepted 23.07.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 30.09.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

E-mail: alibatu42@gmail.com

Cite this article: Batu, A. (2024).

Importance of Pekmez Production Method in Healthy Nutrition. *Food Science and Engineering Research*, 3(2), 130-138.



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

Giriş

Meyveler, insanlar için değerli gıda maddeleridir. Türkiye, coğrafi koşulları bakımından meyve yetiştiriciliği için çok uygun bir ülkedir. Meyveler doğrudan taze olarak tüketilebilmenin yanında meyve suyu ve smoothie (meyve, sebze ve bazen keten tohumu, vitamin vb. ile zenginleştirilerek hazırlanan, yoğun kıvamlı içecek) gibi çeşitli şekillerde de tüketilebilmekte ve ayrıca reçel, marmelat ve pekmez gibi ürünler olarak da değerlendirilebilmektedirler. Pekmez üretimi, şeker içeriği yüksek olan meyvelerin işlendiği önemli alanlardan biridir ve genellikle üzüm içermiş olduğu yüksek şeker nedeniyle ilk sırada yer almaktadır. Dut, incir, erik, armut, elma, karpuz, keçiyoynuzu ve nar gibi meyvelerden de pekmez ülkemizde üretilen ve sevilerek tüketilen önemli geleneksel gıdalardan biridir (Turhan, Tetik ve Karhan, 2007).

Üzüm pekmezi, Türkiye'de yıllardır üretilen, üzüm suyunun asitliği giderilip, durultulup, filtrasyonundan sonra şeker veya diğer gıda katkı maddeleri eklenmeden düşük sıcaklıkta kaynatılmasıyla elde edilen koyulaştırılarak raf ömrü uzatılmış bir gıda maddesidir (Batu, 2005). Pekmez ülkemizin hemen hemen her bölgesinde uzun yıllardır yörelere göre üretilmekle birlikte endüstriyel olarak üretimi de çok yaygın olup yöresel farklılıklara ve üretim yöntemlerine bağlı olarak katı, cıvık, tatlı veya ekşi gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Başlangıçta genellikle köylerde ve ev ölçeğinde üretilen pekmez, zaman içinde köy sınırlarını aşarak daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmıştır. Fabrikalarda üretimi artarken bu esnada üretim yöntemleri de geliştirilmiştir. Geleneksel köy pekmezi, açık kazanlarda yüksek sıcaklıkta kaynatılarak yapılırken, fabrikalarda vakumlu cihazlarda üretilen vakum pekmezi için kaynama sıcaklığı daha düşük ve koyulaşma süresi daha kısadır. Her iki yöntemin ortak noktası, şıranın suyunun buharlaşmasıyla kıvamın artması ve rengin koyulaşmasıdır. Ancak, kararma veya esmerleşme düzeyi köy pekmezi ile vakum pekmezi arasında önemli bir fark gösterir. Köy pekmezi genellikle daha koyu renkteyken, vakum pekmezi daha açık renge sahiptir. Bu temel fark, uygulanan pişirme tekniğinden kaynaklanmaktadır. Kaynama sıcaklığı ne kadar yüksek ve ısıtma süresi ne kadar uzunsa, renk o kadar koyu olacaktır. Bu durum aynı zamanda hafif acımsı bir tat oluşmasına da neden olur. Ayrıca, yüksek vakumda 80-90°C'de pişirilmesi durumunda pekmezin rengi koyu olabilir. Ancak, vakum kazanında pişirilmesinin temel amacı, pekmezi daha düşük sıcaklıklarda, yani 60-65°C'de pişirmektir. Bu düşük sıcaklıkta pişirme yöntemi, pekmezin besin değerlerini koruyarak daha sağlıklı bir ürün elde edilmesini sağlar (Batu, 2006).

Üzüm pekmezi, yoğun bir kıvamı ve koyu rengi olan, yüksek antioksidana sahip üzümden üretilmiş tatlı bir gıdadır. Doğal keçiyoynuzu pekmezi de yoğun ve koyu renkli bir yapıya sahiptir ancak diğer pekmez türlerine kıyasla daha az tatlıdır (Turhan, Tetik ve Karhan, 2007). Herkes tarafından büyük bir iştahla tüketilen pekmez, Anadolu'nun geleneksel lezzetlerinden biri olup meyve sularının kaynatılarak koyulaştırılması sonucu elde edilen yoğun tatlı şuruptur. Bu tatlı ürün, meyvenin özgün lezzeti sayesinde Türk sofralarında uzun yıllardır çeşitli öğünlerde kendine sağlam bir yer edinmiştir. Ancak piyasada "Doğal Pekmez" veya "Köy Pekmezi" olarak belirtilen ancak halk arasında kırsalda bilinçsiz olarak yüksek sıcaklıkta pişirilen pekmezler de yer almaktadır. Bu doğal pekmez tanımı belli yerlerde yanlış yorumlanmaktadır. Gerçek doğal pekmez, hangi meyveden üretilirse üretilsin, doğal ve katkısız bir şekilde üretilen pekmez çeşitleri olup genellikle daha sağlıklıdır. Doğal pekmez üretimi için meyve suyu özenle çıkarıldıktan sonra, asit giderme, durultma ve filtrasyon işlemleri uygulandıktan sonra vakum altında düşük sıcaklıkta, ürünü yakmadan, açık kırmızı renkte, HMF (hidroksimetil furfural) miktarı düşük bir ürün elde edilir. Ayrıca gerçek pekmezlerin, şeker veya glikoz şurubu eklenmeden katkısız bir şekilde üretilmesi önemlidir. Ancak bu durumda pekmez, gerçek doğal ve katkısız bir ürün olarak kabul edilebilir.

Son yıllarda, birçok özel hastane, pekmezin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine dikkat çekmek amacıyla web siteleri ve sosyal medya platformlarında pekmez üzerinde ayrıntılı bir şekilde durmakta ve pekmezin faydalarından bahsetmektedirler (Keskiner, 2022; Şen ve Şenman, 2024). Ancak, piyasada bulunan her pekmez, bu olumlu övgüyü hak etmemektedir. Günümüzde birçok diyetisyen besleyici özelliğinin yanı sıra şeker oranı yüksek olan pekmezin düzenli ve ölçülü tüketildiğinde sağlık açısından birçok faydasının olduğunu vurgulamaktadırlar. Ayrıca, pekmezin en belirgin faydaları arasında kansızlığa iyi gelmesi, bağışıklığı güçlendirmesi, osteoporoz riskini azaltması ve sindirim sistemine olumlu etkileri olması ön plana çıkmaktadır (Şen ve Şenman, 2024). Pekmezin lezzetli olmasının yanı sıra içerdiği vitamin ve mineraller sayesinde her yaş grubunun her mevsimde tüketilebilmesinin sağlık için büyük fayda sağladığı vurgulanmaktadır (Keskiner, 2022). Burada belirtildiği gibi diğer internet sayfalarında bunlardan da başka pekmezin sağlık üzerine faydaları ve üstünlükleri bakımından çok fazla yazılmış yazılar mevcuttur. Bütün bunların yanında literatürde pekmezin besin değerleri ile ilgili bilimsel olarak yazılmış bazı makalelerde yer almaktadır.

Ancak piyasada tüketime sunulan pekmezlerin belli bir

kısmi geleneksel yöntemle açık kazanlarda yüksek sıcaklık altında üretilen pekmezlerde, şeker ve azotlu maddelerin bir kısmı yüksek sıcaklık nedeniyle zarar görebilmekte ve kanserojen maddelere dönüşebilmektedir. Bu maddeler arasında özellikle Hidroksimetil furfural (HMF) adı verilen bir madde ön plana çıkmaktadır (Batu, 2006). Bu bağlamda geleneksel yöntemlerle üretilen pekmezlerin tüketilmesi durumunda fayda sağlamak yerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle, köy pekmezi, doğal veya organik pekmez gibi isimlerle satılan pekmezlerin sağlık açısından sakıncalı olabileceği unutulmamalıdır. Bu makalenin amacı, pekmezin sağlıklı yönlerine vurgu yaparak, geleneksel ve vakum yöntemleriyle üretilen pekmezler arasındaki farkları ortaya koymak ve vakum pekmezinin üstünlüklerini belirterek, vakum pekmezlerinin sağlığa olan katkıları üzerinde durmaktır. Ayrıca, tüketilecek pekmezlerin sağlıklı olabilmesi için doğru yöntemlere göre üretilmiş olmaları gerekmektedir. Pekmez örneklerinin doğru üretim yöntemlerine göre üretilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde, doğal veya köy pekmezi olarak satın alınan ürünlerin insan sağlığına zararlı olabilme riskine sahip olduğunu belirtmeyi amaçlamaktadır.

Pekmez Üretim Yöntemleri (Vakumda ve Geleneksel)

Şıranın kaynatılmasının temel amacı, arzu edilen kuru madde (briks) değerine ulaşmak, mikrobiyal gelişmeyi önlemek ve enzimleri inaktive etmektir. Bu nedenle, üzüm şırasına uygulanan ısı işlemi sıcaklık derecesi ve süresi titizlikle kontrol edilmelidir. Pekmez üretimi vakum altında düşük sıcaklıkta ve geleneksel olarak açık kazanlarda yapılmaktadır (Batu ve Gök, 2006).

Vakum altında pekmez üretiminde asitliği giderilmiş, durultulmuş ve berraklaştırılmış üzüm şıranın evaporatör cihazında vakum altında 60-65°C gibi düşük sıcaklıkta konsantre edilerek en az %68 briks'e kadar şıranın suyunun uçurulmasıyla koyu kıvamlı bir ürün elde edilmesidir (Türk Gıda Kodeksi [TGK], 2017).

Vakum altında endüstriyel olarak üretilen pekmezler, açık renkli ve boğaz yakıcı olmayan hafif bir tat profiline sahiptir. Bu durum, tüketicilerin kısmen yanık pekmez yemeye alışkın olduklarından tüketiciler arasında yanıltıcı bir izlenim bırakabilir. Endüstriyel üreticiler, bu izlenimi düzeltmek ürünlerini daha çekici hale getirip daha kolay satabilmek için cihazın vakum seviyesini biraz yükselterek cihaz içi sıcaklığı da kısmen arttırarak pekmezin rengini kısmen koyulaştırıp pekmez tadında tüketici tarafından arzu edilen boğaz yakma hissini oluşturmaktadırlar (Batu, 2006). Çünkü tüketicinin büyük bir kısmı her zaman yanık pekmez

yemeye alışkın olduğu için boğaz yakan bir ürün tadı almak ister. Bu yüzden üretici firmalar boğaz yakmayan pekmezi satmakta zorlanabilmektedirler. Aslında tüketicileri boğaz yakmayan pekmez tüketmeye alıştırmak lazım. Ancak bunu başarmak çok kolay değildir. Aslında üretici HMF'yi kontrol altında tutarak tüketicinin isteği olan kısmen yanık pekmez üretmek zorunda kalmaktadır. Günümüzde çağdaş işletmelerde, pekmez vakum altında 60-65°C, bazen daha düşük sıcaklıklarda pişirebilmektedir. Vakum altında üretilen pekmezlerde yanma oranı daha az olduğu için karamelizasyon da daha az gerçekleşmektedir. Dolayısı ile HMF oluşumunda daha düşük seviyede gerçekleşmektedir (Batu, 2006).

Geleneksel pekmez üretimi; şıranın elde edilmesi, şıradaki serbest asitliğin düşürülmesi amacıyla CaCO₃ (kalsiyum karbonat) ilavesiyle kestirme işlemi, durultulması, süzülmesi ve koyulaştırılması işlem basamaklarından oluşur. Bu aşamalardan konsantrasyon sırasında, ısı işlemi 100-110°C gibi yüksek sıcaklıkta uygulanır. Ancak geleneksel olarak açık kazan yöntemiyle üretilen klasik pekmezde bazı sorunlar ortaya çıkar. Bu sorunların en önemlilerinden biri, pekmezde oluşan esmerleşmedir. Pekmezin pişirme işlemi ne kadar yüksek sıcaklıkta olursa, içermiş olduğu şekerlerin yanması da o kadar fazla olup, rengi koyulaşır ve içerdiği HMF oranı yüksek olabilir. Batu (1991) tarafından yapılan bir araştırmada, vakum ve açık kazan yöntemleriyle üretilen pekmezlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu araştırmada, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezin renginin, vakum yöntemiyle üretilene göre daha koyu olduğu, pH seviyesinin düşük olduğu, asit içeriğinin yüksek olduğu ve pekmezin pişirilmesi sırasında şıradaki şekerin bir kısmının yanması sonucunda pekmezin toplam şeker içeriğinde %12,56 oranında bir kaybın olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, adı geçen araştırmada, bu pekmezlerin HMF miktarlarında önemli farklılık oluşmuştur. Vakum altında üretilen pekmezin HMF değeri 35,25 mg/kg iken, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezde bu değer 681,40 mg/kg olarak ölçülmüştür. Bu değer Türk Gıda Kodeksi (TGK) üzüm pekmezi Tebliği'nin sıvı pekmezler için belirlemiş olduğu 75 mg/kg değerden çok yüksek olduğu belirlenmiştir (TGK, 2017).

Üzüm Pekmezi ve Sağlık

Üzüm pekmezi, içerdiği tüm şekerlerin glikoz ve fruktoz formunda olduğu için sindirim sistemlerinde parçalanmaya gerek olmaksızın enerjiye ihtiyaç duyulmadan kana geçiş basit difüzyonla gerçekleşir (Taneli, 1990). Üzüm pekmezi, demir, potasyum ve magnezyum gibi minerallerin yanı sıra günlük ihtiyacımız olan kalsiyumun da önemli bir

kaynağıdır. Bu mineraller kanın sağlıklı bir şekilde dolaşımını sağlarken, sinir sisteminin düzgün çalışmasına da yardımcı olur. Ayrıca pekmez, fosfor, mangan, kükürt, sodyum ve bakır gibi diğer mineraller açısından da zengindir. Yüksek şeker içeriği nedeniyle, pekmez genellikle karbonhidrat ve enerji kaynağı olarak tercih edilir (Kavas, 1990). Bu özellikleri, pekmezi, özellikle beslenme ve diyet uzmanlarının ilgisini çeken bir ürün haline getirmiştir.

Mineral miktarının fazla olup emilim oranlarının da yüksek olmasından dolayı hamile ve emziren kadınlar, tüberkülozlu hastalar, iyileşme dönemindeki kişiler için tavsiye edilebilmektedir (Taneli, 1990). Mineral maddelerin eksikliği durumunda çeşitli gelişme bozuklukları ortaya çıkabilir. Ülkemizde demir eksikliği olan ailelerin oranı yaklaşık %10'dur. Bu eksikliklerden biri, hemoglobin yapısında bulunan demir elementinin yetersizliğidir. Üzüm pekmezi, içerdiği (+2) değerli demir sayesinde hemoglobin yapımında kullanılmasının yanı sıra, kemik iliğinde önemli bir düzenleyici faktör olarak da işlev görür (Kavas, 1990). Pekmezdeki demir, (+2) değerli demir formunda bulunur ve insan vücudu tarafından kolayca emilir. Ek olarak, asitler pekmez içinde indirgeyici tampon görevi görmektedir ve demirin etrafını sararak (+2) değerli demirin korunmasını sağlar. Yalnızca pekmez tüketerek günlük demir ihtiyacının %35'i kadarını almak mümkündür (Batu, 1993).

Fosfor, gençler, hamile ve emziren kadınlar için önemli bir elementtir. Ayrıca, fosforun kalsiyum ile yakın ilişkisi vardır ve kan hücrelerinde şekerin enerjiye dönüşümü metabolizmasında önemli bir rol oynar. Fosfor ve kalsiyum, birçok besinde bulunan önemli minerallerdir. Ancak, bazı besinlerde fosfor oranı düşük ve kalsiyum oranı yüksek, kalsiyumun alımı daha fazla olabilir. Üzüm pekmezi, kalsiyum/fosfor oranında düşük fosfor oranına sahip olduğu için kalsiyumun etkili bir şekilde alınmasını sağlar. Çocukların kemik ve diş gelişimi için kalsiyum ile fosfor arasındaki oranın önemi vurgulanmaktadır. Normalde bu oran 1,2 ila 2 arasında olmalıdır ve pekmezdeki bu değerlerin 2 ila 2,7 arasında olduğu belirtilmektedir, bu da istenen sınırların oldukça üzerindedir (Kavas, 1990). Bu özelliğiyle, pekmezin çocukların kalsiyum ihtiyacını karşılamak için önemli bir gıda kaynağı olduğu söylenebilir.

Kaygı bozukluğu ve depresyon, insan hayatını derinden etkileyen önemli ruh sağlığı sorunları arasında yer alır ve ihmal edilmeleri halinde birçok fizyolojik rahatsızlığa neden olabilir. Düzenli tüketildiğinde, pekmezde bulunan magnezyum, depresyon ve kaygı bozukluğunun düzelmesine katkıda bulunabilmektedir. Magnezyum da sıvı-elektrolit dengesinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar. Dolaşım ve sinir sisteminin düzenli çalışması için

magnezyuma ihtiyaç vardır. Magnezyum seviyesinin düşmesi, ciddi sinir bozukluklarına yol açabilir. Kalsiyum ise yaşam süreci boyunca değişkenlik gösteren bir mineraldir. İskeletin hızla büyüdüğü çocukluk ve ergenlik dönemlerinde, gebelik ve emzirme sürecinde vücudun kalsiyum ihtiyacı artar. Bu bağlamda pekmez, önemli bir kalsiyum kaynağı olarak bilinmektedir. Üzüm pekmezinde bulunan kalsiyum, kemik erimesine karşı etkili bir mineraldir ve özellikle kadınlarda yaşlanma ile artan kemik erimesine karşı tüketilmesinde büyük yarar olabilecektir. Osteoporoz, kemikleri kırılğan hale getiren bir sorun olduğundan (Kavas, 1990) yeterli kalsiyum alınması gereklidir. Aksi takdirde, vücut bu ihtiyacını bünyedeki kemiklerden karşılamak durumunda kalacağından osteoporoz riskini artırabilecektir (Batu, 1993). Pekmez, süt ve süt ürünlerinden sonra önemli bir kalsiyum ve magnezyum deposudur.

Pekmezin içermiş olduğu potasyum ve sodyumun vücuttan atılmasına yardımcı olarak yüksek tansiyon oluşumuna katkıda bulunabilir ve aynı zamanda damarların gevşemesine yardımcı olarak tansiyonun düşmesini sağlar (Farhan ve Rizvi, 2023). Potasyum, sodyumla birlikte osmotik basıncın ayarlanmasına, pH dengesinin sağlanmasına, kas kasılmasında, protein sentezinde ve hücre içi enzimlerin fonksiyonlarında önemli bir role sahiptir. Günlük potasyum ihtiyacını karşılamak pekmezle mümkün olabilmektedir (Kavas, 1990).

Üzüm pekmezi, kan hücrelerinin yapımında rol oynayan, sinir sistemi ve cilt sağlığında yardımcı olan, vücuttaki yağ ve kolesterol miktarının ayarlanmasında iş gören B6 vitamini de yeterli miktarda içermektedir. Günlük B6 vitamini ihtiyacının %15'i, pekmez tüketilerek karşılanabilir (Batu, 1993; Kavas, 1990). Ayrıca çinko, DNA'nın bilgisinin okunmasında rol oynayan transkripsiyon faktörleri için önemli bir mineraldir. Uzun süreli çinko eksikliği durumunda, transkripsiyon faktörleri işlev göremez ve bu durum çocuklarda cinsel bozukluk, yetersiz gelişme ve iştah azalması gibi sorunlara neden olabilir. Pekmez, çinko bakımından zengin bir kaynaktır (Kavas, 1990).

Her çeşit üzümde mevcut olmakla birlikte resveratrol, özellikle kırmızı ve siyah üzümlerde daha yüksek miktarlarda yer alır ve güçlü bir antioksidandır. Kansere yol açabilen serbest radikalleri nötralize ederek kansere karşı koruma sağlar. Bu bağlamda, kırmızı veya siyah üzümlerden yapılan pekmezler, resveratrol bakımından zengin bir besin kaynağı olarak ön plana çıkar. Resveratrol, kanser hücrelerinin bölünmesini, çoğalmasını ve yayılmasını engelleme konusunda etkilidir (Batu, 2011; Suri ve Chhabra, 2020).

Pekmezde HMF Oluşumu

Pekmezin üretim prosesinde ve uygun olmayan sıcaklıklarda depolama süresince hidrosimetilfurfural (HMF) denen bir kimyasal oluşur. HMF, aromatik alkol, aromatik aldehyt ve furan halkasından oluşur; asidik ortamda heksozun parçalanması veya Maillard reaksiyonu sırasında bir ara ürün olarak oluşur (Morales, Romero, ve Jimenez-Perez, 1997). Ev yapımı yöntemlerle yüksek sıcaklıklarda üretilen pekmezlerde HMF'nin oldukça yüksek olduğu, ticari olarak vakum altında üretilen pekmezlerde ise daha düşük seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir (Batu, 1991). HMF'nin şekerlerden oluşumu, zaman, sıcaklık, su aktivitesi, katalizör miktarı ve kullanılan şekerin yapısına bağlı olarak değişir. Ayrıca, HMF oluşumu, sıcaklık uygulaması altında sükrozun glukozidik bağların kolayca ayrılmasıyla serbest glukoz ve reaksiyon ara ürünü olan fruktofuronosil katyonu oluşması ve sonra bu katyonun yüksek sıcaklıkta hızlı bir şekilde HMF'ye dönüşmesiyle oluşabilir. Sükrozdan termal yolla veya asit katalizörlüğünde kolayca oluşan bu katyon, yüksek sıcaklık ve kuru koşullarda HMF'ye dönüşürken, aminoasitlerin varlığında fruktofuranosil amine dönüşebilir (Locas ve Yaylayan, 2008).

Pekmezde Renk esmerleşmesine oldukça karmaşık reaksiyonlar neden olabilmektedir. Bu reaksiyonlar genellikle istenmeyen tat, koku ve besin değerinin bozulmasına neden olabilirler. Pişirme sırasında gerçekleşen bu esmerleşme reaksiyonlarında iki ana reaksiyon karakteristiktir. Bunlardan ilki, enzimatik olmayan esmerleşme olan ve indirgen şekerlerle azotlu maddeler arasındaki reaksiyonlar zinciri oluşturan Maillard Reaksiyonu'dur, ikincisi ise şekerin karamelizasyonu olayıdır. Gıda maddelerinin doğal yapısında bulunmayan ancak şekerlerin parçalanma ürünleri arasında yer alan HMF'de şıralardaki renk esmerleşmesinde önemli bir role sahiptir (Batu, Aydoğmuş ve Batu, 2014). Pekmez üretiminde oluşan karamelizasyon, renk ve tat oluşumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir, ancak reaksiyonun belli aşamalarında meydana gelen 5-Hidrosimetil furfural (5-HMF) oluşumu kontrol altında tutulmalıdır. HMF için Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde sıvı pekmezde en fazla 75 mg/kg, katı pekmezde ise 100 mg/kg'a kadar izin verilmektedir (TGK, 2017).

Pekmez Örneklerinde Yapılan Analizler ve HMF İçerikleri

Pekmez, mutfaklarımızda yıllardır vazgeçilmez bir lezzet olarak yerini korur. Hem doğal bir tatlandırıcı olması hem

de besleyici özellikleri sayesinde sağlığımıza katkı sağlar. Ancak pekmezin sadece tatlı bir lezzet kaynağı olmadığını, aynı zamanda birçok sağlık faydasına sahip olduğu bilinmektedir.

Pekmez üretiminde renk değişimi kimyasal bir dönüşüm sonucu oluşur ve bu ise istenmeyen bir durumdur. Renk değişimi geleneksel tüketici için arzu edilen ancak sağlık bakımından pek istenmeyen bir durumdur (Batu, 1993). Gıda biliminde, bu dönüşüm "Maillard reaksiyonu" olarak adlandırılmaktadır. Bu reaksiyon, meyve şekerleri ile amino asitler arasında başlayıp koyu kahve renkli melanoidin oluşumuna kadar devam etmektedir. Bu süreçte renk ve tat değişimleri üzerine etkili olan aldehyt ve keton gibi ara ürünler oluşur. Bu ara bileşikler arasında en yaygın olanı HMF'dir. HMF'nin oluşumu ortamın sıcaklık, pH ve işlem süresine bağlı olarak değişir. Sıcaklık arttıkça, süre uzadıkça ve pH seviyesi düştükçe HMF miktarı artar. Bu nedenle, genellikle köy pekmezlerinde daha fazla, vakum pekmezlerinde ise daha az HMF oluşmaktadır. Bu durum, iki pekmezin hem bileşim hem de renk açısından çok farklı olmasına neden olur (Batu, Aydoğmuş ve Batu, 2014; Ekşi, 2018).

Literatürde pekmezin HMF içeriği ile ilgili yeterli sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada, Tosun ve Üstün (2003) tarafından piyasadan sağlanan 11 ayrı pekmez örneğinde yapılan bir araştırmada, 5 örneğin HMF içeriğinin TGK (2017)'nin izin verdiği 75 mg/kg'dan çok yüksek olduğu saptanmıştır. Bu yüksek HMF miktarı, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezlerde yüksek sıcaklık uygulamasının bir sonucu olabilir.

Koca vd., (2007) tarafından Karadeniz Bölgesi'ndeki marketlerden toplanan yedi farklı meyve türünden üretilmiş 50 pekmez örneği üzerinde yapmış oldukları bir araştırmada, altı üzüm pekmezi örneğinden dördünün HMF değerinin 75 mg/kg'ın altında olduğu, diğer ikisinin ise 99,80 ve 801,80 mg/kg değerlerinde olduğunu, altı adet şeker pancarı pekmezinin HMF değerlerinin sadece ikisi 75 mg/kg'ın altında gerçekleştiğini, diğer dört tanesi ise 109,60 ile 605,16 mg/kg arasında değiştiğini, yedi adet dut pekmezi örneğinden ise sadece üç tanesinin 75 mg/kg'ın altında çıktığını, diğer dört tanesi 84,90 ile 670,64 mg/kg arasında bulunmuştur. Yedi adet armut pekmezi, beş adet elma pekmezi, üç adet kızılcık pekmezi örnekleri ile beş adet erik pekmezi örneğinin HMF miktarlarının hepsinin 75 mg/kg'ın üzerinde çıkarak 175,78 ile 1403,56 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, HMF değerlerinin büyük bir kısmı 75 mg/kg'ın üzerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca, çok az sayıda örnek ise 75

mg/kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Bu değerlere göre, 75 mg/kg'ın altında olanların en azından bir kısmının vakum kazanlarıyla modern üretim teknolojisi kullanılarak üretilmiş olabileceği ve diğer HMF değerleri 75 mg/kg'ın ve hatta birçoğunun 100, 200 ve hatta bazılarının 300-400 mg/kg'ın üzerinde çıktığı, hatta bazı örneklerin ise 800-900 mg/kg'lara ulaştığı ve bunların kesinlikle geleneksel yöntemlere göre açık kazan yöntemiyle yüksek sıcaklık altında üretildiklerini göstermektedir. Bu durumda HMF değerleri yüksek olan pekmez örneklerinin sağlık açısından hiç uygun olmadığı sonucuna varılabilir.

Diğer bir araştırmada yerel üreticilerden temin edilen ticari ve geleneksel pekmez örneklerinin suda çözünür kuru madde (briks) içeriklerinin%64-79 aralığında olduğu belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bazı örneklerin briks değerlerinin TGK (2017)'nin izin verdiği en düşük %68 briks değerinden daha düşük gerçekleşmiştir. Bu pekmezlerin HMF içerikleri incelenmiş ve sırasıyla sırasıyla dut pekmezlerinde 12,8-152 mg/kg arasında, üzüm pekmezlerinde 31-200 mg/kg arasında, nar pekmezlerinde ise 514-3500 mg/kg arasında değişmiş oldukları belirlenmiştir (Kuş, Göğüs ve Eren, 2005). Elde edilen sonuçlara göre, düşük HMF değerlerine sahip pekmezlerin ticari üretimden vakum altında kaynaklanmış olabileceği, yüksek HMF değerlerine sahip olanların ise geleneksel üretim yöntemleriyle elde edildiği tahmin edilmektedir.

Başka bir araştırmaya göre, beyaz üzüm, kırmızı üzüm ve nar sularının normal atmosfer koşullarında uzun süreli yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemine tabi tutulması sonucunda HMF içeriklerinin başlangıç seviyelerine göre sırasıyla 153, 103 ve 104 kat daha fazla arttığı belirtilmiştir (Ersus, Akyüz, ve Tekin, 2019). Bu bulgulara göre, geleneksel yöntemlerle normal atmosfer koşullarında şeker içerikli meyve sularının koyulaştırılması, HMF bakımından potansiyel olarak çok tehlikeli bir ürün haline gelebilir.

HMF'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gıda kaynaklı 5-HMF'nin insan sağlığı üzerindeki potansiyel riski henüz net değildir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda HMF'nin toksik etkilerinin yanı sıra üst solunuma, göze, deriye ve mukoz membranlara tahriş edici özelliklere sahip olabileceği bildirilmiştir. Kobay fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, vücut ağırlığı dikkate alındığında, oral yolla alınan HMF'nin LD50 (letal doz) değerinin 3,1 g/kg olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, farelerde ve sıçanlarda 5-HMF'nin tümörojenik aktiviteleri olduğuna dair belirgin göstergeler bulunmaktadır; 5-HMF'nin kolondaki anormal hücre gruplarının oluşumunu teşvik ettiği ve öncü olduğu bildirilmiştir (Archer vd., 1992).

Başka bir çalışmada, farelere deri altından verilen HMF'nin (200 mg/kg vücut ağırlığı) lipomatöz tümörlere neden olduğu rapor edilmiştir. HMF'nin günlük alım dozu kişi başına 30-150 mg civarındadır, bu da kişi başına yaklaşık 2,5 mg/kg vücut ağırlığına denk gelir (Hulsoy vd., 2008).

Genel olarak, HMF'nin mutajenik etkisinin düşük olduğu vurgulansa da sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada hepatik SULT varlığında test edildiğinde HMF'nin *S. typhimurium* TA104'te mutajenik olduğu bulunmuştur (Lee vd., 1995) ve insan SULT1A1'i ekspres eden bir *S. typhimurium* TA100 suşunda HMF'nin mutajenik olduğu da belirtilmiştir. Bu gözlemler, HMF'nin ana metabolik biyoaktivasyon yolunun, geleneksel bir Ames testinde mutajenik olduğu ve fare derisinde tümörleri başlattığı rapor edilen bir bileşik olan sülfooksümetilfurfurala (SMF) sülfotransferazlar tarafından sülfonasyon olduğunu göstermektedir (Lee, Shlyankevich, Jeong, Douglas, ve Surh, 1995). Bu nedenle, insanlarda, HMF'nin genotoksik metabolit SMF'ye biyoaktivasyonu için en kritik aday enzimin SULT1A1 olduğunu varsaymak mantıklı görünmektedir (Glatt, Schneider ve Liu, 2005). Ancak HMF'nin metabolizması sırasında SMF dışında başka metabolitlerin de oluşabileceği unutulmamalıdır. Bunlardan ikisi 5-hidroksimetil-2-furoik asit ve N-(5-hidroksimetil-2-furoil)-glisindir (Godfrey, Chen, Griffin, Lebetkin, ve Burka, 1999).

Yapılan diğer bir araştırmada HMF, 100 mM'ye 3 saat maruz kaldıktan sonra tüm hücre hatlarında önemli DNA hasarına neden olduğu en duyarlı olanı, HMF'nin 25 mM'de önemli DNA hasarın oluşumunu başlattığı vurgulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada HMF'nin hücrelerdeki SULT1A1 aktivitesinden bağımsız olarak in vitro DNA'ya zarar veren bir ajan olduğu gösterilmiştir (Durling, Buskve Hellman, 2009). Büyük miktarlarda HMF metabolitleri idrar yoluyla atılabilir. HMF'nin üç ay boyunca içme suyuna yüksek dozlarda eklenmesi, farelerde, özellikle böbreklerde hafif toksik etkilere neden olmuştur. Ancak, HMF'ye diyetle maruz kalma ile artan kanser riskleri arasındaki ilişkiye ilişkin hiçbir epidemiyolojik veri mevcut olmadığında belirtilmektedir (Bauer-Marinovic, Taugner, Floarian ve Glatt, 2012). Bütün bunlardan dolayı pekmez üretiminin insan sağlığını olumsuz olarak etkilemeyecek şekilde teknolojik olarak yapılması ve ayrıca piyasada satılan pekmezlerin de HMF değerleri ciddi bir şekilde denetlenmelidir.

DNA'da Hasar Oluşumu

Serbest radikaller, vücuttaki metabolik süreçlerin bir sonucu olarak oluşan kimyasal bileşiklerdir. Biyolojik

sistemde en önemli serbest radikaller oksijen kaynaklı olanlar olup bu tür radikallere reaktif oksijen türleri (ROS) adı verilmektedir (Gülbahar, 2007). Normalde, vücuttaki doğal metabolik süreçlerle meydana gelen serbest radikal ler, radikal parçalayan antioksidan sistemler tarafından yok edilirler. Ancak, çeşitli sebeplerle reaktif oksijen türlerinin çoğalması ve antioksidan mekanizmalarının yetememesi sonucunda oksidatif stres adı verilen bir dizi patolojik olay oluşmaktadır (Atmaca ve Aksoy, 2009). Oksidatif stres, farklı mekanizmalarla DNA üzerinde baz ve şeker modifikasyonları, tek ve çift zincir kırıkları, abazik bölgeler, DNA-protein çapraz bağlanması gibi çeşitli lezyonlara neden olarak hasara yol açar (Cooke, Evans, Dizdaroğlu ve Lunec, 2003).

Nükleik asitler, genetik bilginin saklanması ve ifade edilmesi için gereklidir. Bir organizmanın gelişimini yönlendiren bilgiyi içeren ve bunu kodlayan DND'dir. DNA'nın bütünlüğü çevresel faktörlerin etkisi altında sürekli tehdit altında olabilir. Hücre içinde DNA replikasyonu ve DNA rekombinasyonu sırasında, hücrenin yapısında endojen olarak değişiklikler oluşabilir ve bu değişiklikler, DNA'nın moleküler bütünlüğünde iç ve dış faktörlerin etkisiyle oluşan hasarlardır. DNA hasarı, hücre yaşamı boyunca yaygın olarak görülen bir durum olup mutasyon, kanser, yaşlanma ve hücre ölümü gibi olaylara neden olabilir (Atmaca ve Aksoy, 2009).

HMF'nin sağlık açısından risk taşıdığı bir gerçektir çünkü sindirim sırasında sülfoksimetilfurfural (SMF) adlı başka bir bileşik haline dönüşebilir. SMF, genotoksik ve mutajenik etkilere sahiptir, yani DNA hasarına neden olabilir (EFSA [European Food Safety Authority], 2005; Bakhiya Monien, Frank, Seidel, ve Glatt., 2009). JECFA [Gıda Katkı Maddeleri ve Bulaşanlar Ortak Uzman Komitesi] (1996) ve EFSA (2015)'e göre HMF için belirlenen endişe eşiği, kişi başı günlük 540 µg'dır. Bununla birlikte, EFSA tarafından yapılan tahminlere göre, kişi başına günlük alım miktarı 1600 µg civarındadır. Bu durum, belirlenen endişe eşiğinin yaklaşık üç katı bir alım miktarına işaret eder, bu da HMF'ye maruz kalmanın potansiyel sağlık risklerini artırabileceği anlamına gelir (Ekşi, 2018). Bu durum, tüketilen HMF miktarının endişe eşiğini aştığını göstermektedir. Bu bağlamda, gıdalardaki HMF oluşumunun azaltılması önemlidir. Gıda güvenliği açısından bu konuda tedbirler alınmalı ve üretim yöntemleri gözden geçirilmelidir.

Sonuç ve Öneriler

Dünya genelinde artan kanser vakaları ve tedavisiyle ilgili zorluklar, çok büyük boyutlarda bir sorun oluşturmaktadır. Gıda maddelerinde kanser oluşumuna neden olabilecek riskli bileşenlerin bulunması, konunun önemini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle, gıda güvenliğini tehdit edebileceği düşünülen HMF'nin farklı gıdalardaki miktarlarının belirlenmesi ve depolama sürecindeki artış düzeylerinin belirlenmesi önemlidir. Ayrıca, pekmez üretiminde HMF oluşumunu engelleyen yöntemlere pekmez üretiminin gerçekleştirilmesi yerinde olacaktır. Bu bağlamda vakum yöntemi ile üretilen pekmezler, istenilen konsantrasyon, renk, tat ve koku profilinde kontrollü bir şekilde üretilmekte ve HMF oluşumu minimize edilerek besleyici bileşenlerin yüksek oranda korunması sağlanmaktadır. Bu yöntem aynı zamanda metal bulaşısını önleyerek daha sağlıklı pekmez üretimine imkan tanımaktadır.

Bu kadar yüksek ve kaliteli besin içeriğine sahip ve sağlıklı bir ürün olan pekmezin, bir kısmı geleneksel üretim yöntemlerine göre üretilmektedir. Bu nedenle bilinçsiz bir şekilde tüketildiğinde fayda sağlamak yerine zarar verebilir.

İnternet sitelerinde köy pekmezi, doğal veya organik pekmez gibi isimlerle satılan birçok pekmez bulunmaktadır. Eğer bu pekmezler vakum kazanlarında pişirilmemiş ve açık kazanlarda geleneksel yöntemlerle pişirilmişse, özellikle açık kazanda pişirme sırasında bir kepçe veya kevgirle sürekli karıştırma yapılmamışsa, sağlık açısından sakıncalı olabilir. Bu nedenle, piyasada satılan pekmezlerin dikkatli bir şekilde ayırt edilebilmesi ve vakum altında üretilmiş olanının tercih edilmesi insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Market raflarında pekmezler (bal ve reçel grubu da buna dahil) doğrudan güneş alan bir yerde tutulmamalıdır. Ters durumunda içerisindeki HMF değeri yükselir. Özellikle Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege vb bölgeleri gibi özellikle yaz aylarında çok sıcak olan bölgelerde bu durum çok önemlidir. Bu yüzden satın almak istediğiniz noktalarda pekmezin gün ışığı ile temasının olmadığı ürünler tercih edilmelidir. Ayrıca pekmezler ambalajlanmasında amber renkli şişelerin kullanılması faydalı olacaktır.

İçeriğindeki yüksek kalori nedeniyle aşırı tüketimi kilo alımına ve vücutta yağlanmaya neden olabilmektedir. Ayrıca diyabetlerin pekmez ve bal gibi şeker içerikli maddelerden uzak durmalarında büyük fayda vardır. Bazı satıcılar bu pekmez bu bal şeker hastalığına şifadır diye ürün

satmaya çalışmaktadırlar. Bu doğru değildir. Son olarak pekmez tüketimi yapacak olan halkımızın pekmezin içerdiği HMF bakımından daha bilinçli hale getirilmesi gerekmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Ali BATU, Makale tümüyle yazar tarafından hazırlanmıştır.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Ali BATU, the article was prepared entirely by the author.

Kaynaklar

- Archer, M. C., Bruce, W. R., Chan, C. C., Corpet, D. E., Medline, A., Roncucci, L., ... & Zhang, X. M. (1992). Aberrant crypt foci and microadenoma as markers for colon cancer. *Environmental health perspectives*, 98, 195-197.
- Atmaca, E. & Aksoy, A. (2009) Oksidatif DNA ve kromatografik yöntemlerle tespit edilmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), 79-83.
- Bakhiya, N., Monien, B., Frank, H., Seidel, A. & Glatt, H. (2009). Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5-sulfooxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical Pharmacology*, 78, 414-419.
- Batu, A. (1991). Farklı iki yöntemle üretilen kuru üzüm pekmezinde oluşan kimyasal Değişmeler üzerine bir araştırma. *Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 179-189.
- Batu, A. (1993). The importance of raisin and molasses for human health and nutrition. *Gıda*, 18(5), 303-307.
- Batu, A. (2005). Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28 (5-6), 417-427.
- Batu, A. (2006). Klasik ve modern yöntemle göre sıvı ve beyaz katı üzüm pekmezi (Zile Pekmezi) üretimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 9-26.
- Batu, A. (2011). Üzüm, pekmez ve insan sağlığı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 25-35.
- Batu, A. & Gök, V. (2006). Pekmez üretiminde HACCP uygulaması. *Gıda Teknolojisi Elektronik Dergisi*, 7(3), 1-18.
- Batu, A., Aydoğmuş, R.E. & Batu, H.S. (2014). Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technology*, 9 (1), 40-55.
- Bauer-Marinovic, M., Taugner, F., Florian, S., & Glatt, H. (2012). Toxicity studies with 5-hydroxymethylfurfural and its metabolite 5-sulphoxymethylfurfural in wild-type mice and transgenic mice expressing human sulphotransferases 1A1 and 1A2. *Archives of toxicology*, 86, 701-711.
- Cooke, M. S., Evans, M. D., Dizdaroglu, M., & Lunec, J. (2003). Oxidative DNA damage: mechanisms, mutation, and disease. *The FASEB Journal*, 17(10), 1195-1214.
- Durling, L.J.K., Busk, L. & Hellman, B. E. (2009). Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 880-884
- EFSA, (2005). Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (afc) on a request from the commission related to flavouring group evaluation 13. *The EFSA Journal*, 215;1-73.
- EFSA, (2015). Scientific opinion on flavouring group evaluation 67 revision 2 (FGE.67Rev2): Consideration of 28 furan-substituted compounds evaluated by JECFA at the 55th, 65th and 69th meetings (JECFA, 2001, 2006a, 2009b)1 EFSA panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids (CEF). *EFSA Journal*, 13(5), 4115, 1-107.
- Ersus, S., Akyüz, A. & Tekin, İ. (2019). Hydroxymethyl furfural formation in grape and pomegranate juices over heating treatments. November 2019. Conference: 1st International / 11th National Food Engineering Congress. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 44, 63-67.
- Farhan, M. & Rizvi, A. (2023). The pharmacological properties of red grape polyphenol resveratrol: clinical trials and obstacles in drug development. *Nutrients*, 15, 4486.
- Glatt, H., Schneider, H. & Liu, Y. (2005). V79-hCYP2E1-hSULT1A1, a cell line for the sensitive detection of genotoxic effects induced by carbohydrate pyrolysis products and other food-borne chemicals. *Mutat. Res.*, 580, 41-52.
- Godfrey, V.B., Chen, L.J., Griffin, R.J., Lebetkin, E.H. & Burka, L.T. (1999). Distribution and metabolism of (5-hydroxymethyl)furfural in male F344 rats and B6C3F1 mice after oral administration. *J. Toxicol. Environ. Health*, 57, 199-210
- Gülbahar, Ö. (2007). Protein oksidasyonunun mekanizması önemi ve yaşlılıkla ilişkisi. *Turkish Journal of Geriatrics*, 10 (1), 43-48.

- Hulsoy, T., Haugen, M., Murkovic, M., Jobstl, D., Stolen, L.H., Bjellaas, T., & Alexander, J. (2008). Dietary exposure to 5-hydroxymethylfurfural from Norwegian food and correlations with urine metabolites of short-term exposure. *Food Chem Toxicol*, 46,3697-3702.
- JECFA, (1996). Toxicological evaluation of certain food additives. The forty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and contaminants JECFA - WHO Food Additives Series, 1996 - IFCS WHO Geneva
- Kavas, A. (1990). İncir ve üzümün beslenmedeki yeri ve önemi. "Sağlıklı beslenmede kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzümün önemi" semineri. İzmir Ticaret Odası. 8 Mayıs 1990. İzmir.
- Keskiner, D. (2022). Pekmezin faydaları nelerdir? Pekmez neye iyi gelir? <https://www.florence.com.tr/pekmezin-faydalari> adresinden erişildi. Erişim tarihi: 10.02.2024
- Koca, İ., Koca, A.F., Karadeniz, B. & Yolcu H. (2007). Karadeniz bölgesinde üretilen bazı pekmez çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 1-6.
- Kuş, S., Göğüş, F. & Eren, S. (2005). Hydroxymethyl furfural content of concentrated food products. *International Journal of Food Properties*, 8, 367–375.
- Lee, Y.C., Shlyankevich, M., Jeong, H.K., Douglas, J.S. & Surh, Y.J. (1995). Bioactivation of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde to an electrophilic and mutagenic allylic sulfuric acid ester. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 209, 996–1002.
- Locas P. C. & Yaylayan V.A. (2008). Isotope labeling studies on the formation of 5-(Hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) from sucrose by pyrolysis-GC/MS J. *Agric. Food Chem*, 56, 6717–6723.
- Morales, F.J., Romero, C. & Jimenez-Perez, S. (1997). Chromatographic determination of bound hydroxymethylfurfural as an index of milk protein glycosylation. *J. Agric. Food Chem*, 45, 1570–1573.
- Suri, P.S. & Chhabra, P. A. (2020). Review presence of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) in food products: Positive and negative impacts on human health. *Int J Forens Sci.*, 5(2), 1-10.
- Şen, B. & Şenman, S. (2024). Pekmezin faydaları nelerdir? Dut pekmezi ne işe yarar? <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/pekmezin-faydalari>. Erişim tarihi: 10.02.2024
- Taneli, B. (1990). Bebek Beslenmesinde İncir ve Üzümün Önemi. "Sağlıklı beslenmede kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzümün önemi" semineri. İzmir Ticaret Odası. 8 Mayıs 1990. Tarışbank Genel Müdürlüğü Yayın No: 1990/2 Sayfa:23-32. İzmir.
- TGK, (2017). Türk Gıda Kodeksi: Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ No:2017/8) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete: 30 Haziran 2017. Sayı 30110
- Tosun, I. & Üstün, N.S. (2003). Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi), *Food Chemistry*, 80, 441–443.
- Turhan, İ., Tetik, N. & Karhan, M. (2007). Keçiboynuzu Pekmezinin Bileşimi ve Üretim Aşamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2007 (2) 39-44.