

E-ISSN 2602-2834

Vol. 7 Issue 2

2021

FOOD and HEALTH

A close-up photograph of a metal shopping cart filled with a large quantity of bright red, ripe tomatoes. The cart is positioned in a grocery store aisle, with blurred shelves of other products in the background. The lighting is bright, highlighting the texture and color of the tomatoes.

<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

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

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Chief Editor:

Prof.Dr. Nuray ERKAN

Turkey

nurerkan@istanbul.edu.tr

Subjects: Processing Technology, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Co Editor in Chief:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN

Turkey

ozden@istanbul.edu.tr

Subjects: Fisheries, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Cover Photo:

Image by Alexas_Fotos from Pixabay

Editorial Board:

Prof.Dr. Bhesh BHANDARI

Australia

b.bhandari@uq.edu.au

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Queensland, Faculty of Science

Prof.Dr. İBRAHİM ÇAKIR

Turkey

icakir55@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

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

Prof.Dr. Stephan G. DRAGOEV

Bulgaria

logos2000lt@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Food Technologies

Prof.Dr. Carsten HARMS

Germany

charms@hs-bremerhaven.de

Subjects: Biology

Institution: Bremerhaven Institute for Applied Molecular Biology

Prof.Dr. Marcello IRITI

Italy

marcello.iriti@unimi.it

Subjects: Food Sciences and Engineering, Nutrition and Dietetics

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

Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ

Turkey

aoksuz@konya.edu.tr

Subjects: Fisheries, Nutrition and Dietetics, Medicine

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

Prof.Dr. Petras Rimantas VENSKUTONIS

Lithuania rimas.venskutonis@ktu.lt

Subjects: Food Sciences

Institution: Kaunas University of Technology

Prof.Dr. Peter RASPOR

Slovenia

Peter.Raspor@fvz.upr.si

Subjects: Food Sciences and Engineering, Mathematics and Science

Institution: University of Primorska, Faculty of Health Sciences, Institute for Food, Nutrition and Health

Prof.Dr. Aydın YAPAR

Turkey

ayapar@pau.edu.tr

Subjects: Food Technology

Institution: Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

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

New Zealand

aladin.bekhit@otago.ac.nz

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Otago, Department of Food Science



Publisher Özkan Özden

Copyright © 2021 ScientificWebJournals Web Portal

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

E-mail: swj@scientificwebjournals.com

for submission instructions, subscription and all other information visit

<http://jfhsc.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Antioxidant
Moisture /Amin
Pastorization Food Chemistry
Sensory
Nutrition
Science
Sensory
Meat Omega-3
Supplement
HAACP
Packaging
Processing
Water
Food
Technology
Milk Safety
Fruit Antimicrobial
Omega-3
Bread Storage

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Aims and Scope

FOOD and HEALTH

Abbreviation: FOOD HEALTH

e-ISSN: 2602-2834

Journal published in one volume of four issues per year by

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

“Food and Health” journal will publish peer-reviewed (double blind) articles covering all aspects of **food science and their health effect** in the form of original research articles (full papers and short communications), and review articles. Their team of experts provides editorial excellence, fast publication processes and high visibility for your paper.

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

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

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

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

(EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal is in conformity with the Principles of

Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

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

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

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

The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal’s web page.

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

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

OPEN  ACCESS

Editor in Chief: Prof. Nuray ERKAN

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

No: 8, 34134 Fatih/Istanbul, Türkiye

E-mail: nurerkan@istanbul.edu.tr

Vol. 7 Issue 2 Page 75-163 (2021)

Content

RESEARCH ARTICLES

Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu / 75-83

Emine MEMİŞ, İsmail TONTUL

Effects of ingredients and cooking time on total phenolic content and antioxidant activity of different homemade tomato sauces / 84-90

Çağla ÖZER

Bitlis otlı peynirinin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin standartlara göre değerlendirilmesi / 91-102

Seda OĞUR, Merve DURUK

Kepek katkılı ekstrüde mısır çerezinin besleyicilik ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması / 103-119

Nazlı ŞAHİN, Nermin BİLGİÇLİ, Abdulvahit SAYASLAN

Effects of different types of herbs on colour and texture properties of Kashar cheese / 120-127

Engin AYDIN, Zekai TARAKÇI

REVIEW ARTICLES

A1 Milk and Beta-casomorphin-7 / 128-137

Seval ANDIÇ, Rozelin Münevver AYZ, Şehriban OĞUZ

Phytochemicals in avocado peel and their potential uses / 138-149

Sadiye AKAN

Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması da antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı / 150-163

Yasemin ÇELEBİ SEZER, Hüseyin BOZKURT

Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu

Emine MEMİŞ^{ID}, İsmail TONTUL^{ID}

Cite this article as:

Memiş, E. Tontul, İ. (2021). Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu. *Food and Health*, 7(2), 75-83.

<https://doi.org/10.3153/FH21009>

Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü 42090, Konya,
Türkiye

ORCID IDs of the authors:

E.M. 0000-0002-7108-0736

İ.T. 0000-0002-8995-1886

Submitted: 01.06.2020

Revision requested: 15.09.2020

Last revision received: 17.09.2020

Accepted: 18.09.2020

Published online: 13.12.2020

Correspondence:

İsmail TANTUN

E-mail: itontul@erbakan.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

ÖZ

Keçiyoynuzu meyvesi doğal yüksek şeker içeriği nedeniyle birçok ürün formülasyonunda şeker kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiyoynuzu doğal olarak yüksek oranda D-pinitol içermektedir. D-pinitol vücutta glukoz metabolizmasını düzenlemesi ve Tip 2 şeker hastalarının diyetlerinde kullanılabilmesi nedeniyle önem kazanan bir gıda bileşenidir. Bu çalışmada kakao yerine keçiyoynuzu tozu kullanılarak sürülebilir krema üretimi gerçekleştirilmiştir. Literatürde bu amaçla gerçekleştirilmiş çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen bu çalışma kapsamında ilk defa optimizasyon metotları kullanılarak optimum formülasyon belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, formülasyonun duyuşal özellikler üzerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Kıvam dışındaki tüm duyuşal parametrelerin şeker şurubu oranının artışı ile artış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek genel beğeni (>7) puanları sağlayan formülasyonun %29 keçiyoynuzu unu, %32 şeker şurubu ve %24 bitkisel yağ olduğu hesaplanmıştır. L*, b* ve DPPH radikal süpürücü aktivite değerlerinin istatistiksel olarak modellenemediği tespit edilmiştir. a* ve toplam fenolik madde miktarı ile formülasyonda keçiyoynuzu unu oranı artmasına bağlı olarak artmıştır. Sonuç olarak duyuşal özellikler ve toplam fenolik madde miktarını maksimize eden formülasyon %25 keçiyoynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20,7 bitkisel yağ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Keçiyoynuzu unu, Optimizasyon, Duyuşal özellikler, Toplam fenolik madde miktarı, Çekicilik fonksiyonu

ABSTRACT

Optimization of spreadable carob cream formulation with mixture design

Carob is used as a source of sugar in many product formulations due to its naturally high sugar content. In addition, carob naturally contains a high content of D-pinitol. D-pinitol is an important food ingredient since it regulates glucose metabolism in the body and can be used in the diets of Type 2 diabetic patients. In this study, spreadable cream was produced using carob powder instead of cocoa. Although there are various studies carried out for this purpose in the literature, the optimum formulation was determined for the first time in this study by using optimization methods. The results of the study showed that the formulation has a significant effect on sensorial properties. It was determined that all sensory parameters except consistency increased with increasing sugar syrup ratio. The formulation, which provides the highest overall acceptability (>7), was calculated as 29% carob flour, 32% sugar syrup and 24% fat. It was determined that L*, b* and DPPH radical scavenging activity values could not be statistically modelled. a* and total phenolic content of samples was increased by increment of carob flour in the formulation. As a result, the formulation that maximizes sensorial properties and total phenolic content was calculated as 25% carob flour, 39.3% sugar syrup and 20.7% fat.

Keywords: Carob flour, Optimisation, Sensorial properties, Total phenolic content, Desirability function

Giriş

Gelişen teknoloji ve değişen yaşam tarzı ile birlikte beslenme alışkanlıklarında görülen değişimler, tüketicilerin hazır gıdalara yönelmesini artırmıştır. Bu yönelim ile birlikte günün ilk öğünü olan kahvaltıda sürülebilir ürün olarak çikolata ve benzeri ürünler tüketimi önemli düzeyde artış göstermiştir. Çikolata ve benzeri ürünlerin üretiminde kullanılan kakao yüksek oranda kafein içerdiğinden dolayı migren, anksiyete ve yüksek nabız gibi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra kakao çekirdeğinin maliyetinin yüksek olması gibi nedenler de dezavantajlar oluşturmaktadır (Aydın 2017). Bunun için hem kakaoya göre daha az maliyetli olduğu hem de sağlık sorunlarını oluşturmadığı için kakao ikamesi olarak keçiyoynuzu ununun kullanılabilirliği düşünülmektedir. Böylelikle de kakao tüketimi sonucunda rahatsızlık yaşayan kişiler için de bir alternatif oluşturulması mümkün olabilecektir.

Keçiyoynuzu, Akdeniz ikliminin görüldüğü ülkelerde yetişen ve Baklagiller familyasından bir bitkidir. Hem yabani hem de aşıllı tipleri bulunan keçiyoynuzu yüksek oranda şeker (başta sakaroz olmak üzere) ve diyet lif içermektedir. Ayrıca yoğun mineral içeriğine sahiptir (Pazır ve Alper 2016). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'na göre keçiyoynuzu potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, selenyum, demir ve bakır içermektedir (Anonim 2019). Ticari değeri düşünüldüğünde keçiyoynuzunun en önemli bileşenlerinden birisi çekirdeklerden elde edilen ve kıvam artırıcı olarak kullanılan zamktır. İnsan sağlığı açısından değerlendirildiğinde ise en önemli bileşen D-pinitol olup kuru maddede konsantrasyonu %2.8 ile 11 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Camerero ve Merino 2004; Karhan vd 2010). D-pinitol insan vücudunda insülin gibi davranarak kan şekerini düzenlemektedir. Bu nedenle diyabet hastalarında takviye edici olarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Nitekim, 30 adet tip 2 diyabet hastası ile gerçekleştirilen plasebo kontrollü bir denemede 13 hafta boyunca 600 mg D-pinitol preparatları tüketen grubun plazma glikoz miktarı ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) seviyeleri plasebo tüketen gruba göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma D-pinitolün hem diyabete karşı hem de kardiyovasküler hastalıklara karşı olumlu etkileri olduğunu göstermiştir (Kim vd 2005). Bunun dışında keçiyoynuzunun yüksek diyet lif ve fenolik madde içeriği nedeniyle birçok sağlığa faydalı etkisinin olduğu bildirilmektedir (Gübbük vd 2015).

Keçiyoynuzu çekirdeği nedeniyle oldukça fazla işlenen ancak meyve eti yeterince işlenemeyen bir üründür. Meyve eti geleneksel olarak pekmez üretiminde kullanılmaktadır. Meyvenin sağlığa faydalı etkilerinden dolayı birçok farklı üründe çeşni olarak un haline getirildikten sonra ya da keçiyoynuzu

pekmezinin doğrudan kullanılmasını konu alan birçok çalışma yayınlanmıştır. Nitekim keçiyoynuzu unu ve pekmezi kullanılarak süt karışımları (Baykal vd 2018), yoğurt (Çelik vd 2018), kek (Berk vd 2017), makarna (Hallaç 2016), dondurma (Badem 2006) ve pestil (Taş vd 2018) gibi birçok farklı ürün üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca keçiyoynuzu meyvesinden şeker şurubu (Yalım Kaya 2010) ve konsantre D-pinitol (Oziyici vd 2015, Alper 2016) üretimini konu alan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır. Keçiyoynuzu tozu kakao tozuna kıyasla düşük yağ (kakao yağ içeriği %23) ve yüksek lif (kakao lif içeriği %5) içeriği ile kafeinsiz olması nedeniyle önem arz etmektedir (Gübbük vd 2015). Bu nedenle bu çalışma kapsamında keçiyoynuzu unu kullanılarak sürülebilir krema üretimi gerçekleştirilmiştir.

Sürülebilir kremalar özellikle çocuk ve gençler tarafından yaygın olarak tüketilen ürünlerdir. Genellikle kakao ile hazırlanan bu kremalar ayrıca, şeker (ya da şeker şurubu), yağ, emülgatörler ve aroma maddeleri de içermektedir. Literatürde kakaodan üretilen sürülebilir kremlara alternatif ürünlerin üretimini konu alan bazı çalışmalar yayınlanmıştır. Shiehzhadeh (2019) sürülebilir çikolata üretiminde keçiyoynuzu tozu, tereyağı ve zeytinyağı kullanımını araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kakao ve pudra şekerinin tamamının keçiyoynuzu tozu ile değiştirilmesi duyuşsal özellikleri oldukça kötü etkilemiştir. Bu durum bileşen oranlarının optimize edilmemesinden kaynaklanmış olabilir. Aydın (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise iki farklı yöntemle sürülebilir keçiyoynuzu kreması üretilmiştir. Dolgu kreması, süt tozu, soya unu, lesitin ve fındık püresi ile üretilen sürülebilir ürünün keçiyoynuzu unu ve pekmezi ile üretilen ürüne göre daha iyi duyuşsal özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Racolça vd (2014) ayçekirdeği, şeker, bitkisel margarin ve lesitin ile sürülebilir kakao ve keçiyoynuzu kreması üretmişlerdir. Kakao ile üretilmiş ürünün protein miktarı, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi keçiyoynuzu ile üretilmiş örneğe göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada; literatürden farklı olarak ilk kez karışım deseni kullanılarak keçiyoynuzu formülasyonu optimize edilmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda keçiyoynuzu unu, glikoz şurubu ve bitkisel margarin kullanılarak 16 farklı formülasyonla sürülebilir keçiyoynuzu kreması üretilmiştir. Üretilen keçiyoynuzu kremasının renk, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Bu veriler kullanılarak en uygun keçiyoynuzu formülasyonu belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada hammadde olarak keçiyoynuzu unu (Tito, İstanbul), lesitin (Tito, İstanbul), glikoz şurubu (Metro Chef, İstanbul), süt tozu (Dr. Gusto, İstanbul), bitkisel yağ (ayçiçek, pamuk, palm, kanola, keten tohumu yağları, su, yağsız pastörize süt, bitkisel yağ asitlerinin mono ve digliseritleri, ayçiçek ve soya lesitini, tuz, potasyum sorbat, sitrik asit, A ve D vitamini, beta karoten, aroma verici içermektedir. Bizim, İstanbul) fındık (Metro Chef, İstanbul) kullanılmıştır. Fındık yüksek hızlı blenderda çekilerek püreye işlenmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasallar (Folin-Ciocalteu ajanı, 2,2-difenil pikrilhidrazil, sodyum hidroksit, troloks, etanol) Merck (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Deneme Deseni

Keçiyoynuzu kreması üretiminde formülasyona giren ana hammaddeler olan keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve margarin miktarı Merkezlenmiş Simpleks Kafes karışım desenine göre optimize edilmiştir. Her bir hammadde için karışım desenine girilen alt ve üst limitler ön denemelerle belirlenmiştir. Çalışmada keçiyoynuzu unu oranı %20 ile 55, şeker şurubu oranı %10 ile %40 ve margarin oranı ise %20 ile %40 arasında denenmiştir. Bu alt ve üst limitler kullanılarak deneme deseni Design Expert 10 (Stat Ease, MN, ABD) yazılımı ile oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme deseni

Table 1. Trial Design

Deneme No	Keçiyoynuzu	Şeker şurubu	Margarin
1	25.00	40.00	20.00
2	25.00	30.07	29.93
3	33.82	20.93	30.25
4	31.98	13.02	40.00
5	47.37	10.00	27.63
6	39.98	10.00	35.02
7	25.00	30.07	29.93
8	25.00	40.00	20.00
9	25.00	20.00	40.00
10	31.09	31.98	21.93
11	39.32	25.68	20.00
12	47.32	17.68	20.00
13	39.32	25.68	20.00
14	55.00	10.00	20.00
15	33.82	20.93	30.25
16	55.00	10.00	20.00

Keçiyoynuzu Kreması Üretimi

Sürülebilir keçiyoynuzu kreması için ana hammadde olarak keçiyoynuzu unu (%20-%40), bitkisel margarin (%20-40), glikoz şurubu (%10-40); minör bileşenler olarak süt tozu (%10), lesitin (%1) ve fındık püresi (%4) kullanılmıştır. Üretimde ilk olarak ürünlerin tartımı yapılmıştır. Ardından bitkisel yağ eritilip üzerine geriye kalan diğer tüm maddeler eklenerek bir mikser (Hobart, ABD) yardımıyla, her biri 500 gram olacak şekilde mikserin 2. derece hızında 5 dakika karıştırılarak sürülebilir keçiyoynuzu kremaları üretilmiştir.

Duyusal Analiz

Hedonik skala yöntemi kullanılarak Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans öğrencisi 15 yarı eğitimli panelist (10 kız ve 5 erkek) ile duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Örnek sayısı çok fazla olduğu için 4 ardaşık günde, her gün saat 10.30'da 4 örnek olacak şekilde analiz yapılmıştır. Örnekler taze ekmek ile servis edilmiş ve panelistlerden örneklerin renk, tat, koku, görünüş, kıvam ve genel beğeni özelliklerini 1 (hiç beğenmedim) ve 9 (çok beğendim) arasında puanlaması istenmiştir. Analiz beyaz ışık altında gerçekleştirilmiş ve örnekler arasında panelistlerin tadı nötrlemesi için su servis edilmiştir.

Renk Analizi

Örneklerin her birinin renk özellikleri, Konica-Minolta (CR 400, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak L*, a* ve b* şeklinde ölçülmüştür. Bu amaçla örnekler cihazın cam ölçüm kabına tabanda hava kalmayacak şekilde yayılmış ve her bir için 10 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Örneklerin renk değerleri bu 10 ölçümün ortalaması şeklinde raporlanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Fenolik ekstraktları hazırlanmadan önce yağ uzaklaştırma işlemi uygulanmıştır. Bu işlemde 5 g krema üzerine 25 mL hekzan ilave edilmiş ve 30 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra filtrelenecek sıvı faz uzaklaştırılmış ve kalıntı hekzan ile tekrar muamele edilmiştir. Hekzanla muamele toplam 3 kere uygulanmıştır. Daha sonra kalıntıdan 1 gram örnek falkon tüplerine alınmış ve üzerine 19 mL %80 alkol ilave edildikten sonra 40°C su banyosunda 4 saat karıştırılmıştır. Ekstraksiyon sonunda sıvı kısım filtrasyonla ayrılmış ve toplam fenolik madde ve DPPH radikal süpürücü aktivite analizlerinde kullanılmak üzere -18°C'de depolanmıştır.

Seyreltilmiş örnekten 2 paralel olacak şekilde 500 µL tüplere alınarak üzerine sırasıyla 2.0 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (0.2 N) ve 2.5 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7.5) eklenmiştir. Vorteksleme işlemi yapıldıktan sonra su banyosunda 50°C'de 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 20 dakika oda

sıcaklığında bekletilmiş ve spektrofotometrede 760 nm’de ölçülmüştür. Absorbans değerleri kullanılarak gallik asit ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla g gallik asit eşdeğeri/kg (g GAE/kg) olarak hesaplanmıştır (Tontul 2017).

Antioksidan Tayini

Seyreltilen örnek ekstraktından 50 µL tüplere alınarak üzerine 950 µL DPPH çözeltisi (60 µM) eklenmiştir. Daha sonra karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiş ve spektrofotometrede 517 nm’de ölçülmüştür. Absorbans değerleri kullanılarak trolox asit ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla g trolox eşdeğeri/kg (g TE/kg) olarak hesaplanmıştır (Tontul 2017).

İstatistiksel Analiz

Deneme deseni göre üretilmiş formülasyonlarda duyuşsal analiz, renk, toplam fenolik madde miktarı ve DPPH radikal süpürücü aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz sonucu cevap olarak kabul edilerek Design Expert 10 yazılımı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Her bir cevap doğrusal (Eşitlik 1), kuadratik, kübik ve özel kuartik modele göre analiz edilmiş ve en uygun model p değeri, uyum eksikliği değeri (*lack-of-fit*) ve regresyon katsayısı değerlerine göre belirlenmiştir. Bu analizlerde p değeri istatistiksel olarak önemli (p<0,05), uyum eksikliği değeri istatistiksel olarak önemsiz (p>0,05) ve regresyon değerleri 1’e ve birbirine yakın olan model en uygun model olarak değerlendirilmiştir. Modelin tahmin gücünü ve regresyon katsayısını değerlerini arttırmak için en uygun modelde bulunan istatistiksel olarak önemsiz (p>0,05) olan katsayılar modelde indirgenmiştir. Daha sonra her bir cevap için elde edilen eşitlikler 3 boyutlu yüzey grafikleri oluşturulmuştur.

Varyans analiz sonucunda elde edilen modeller ve katsayılar kullanılarak optimum formülasyon hesaplanmıştır. Bu hesaplama çekicilik (*desirability*) fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonda duyuşsal özellikleri, toplam fenolik madde miktarını ve DPPH radikal süpürücü aktiviteyi maksimize eden ve renk değerlerini ise belirli aralıkta tutan (L değeri 26-28; a değeri 1-2; b değeri (-)1-0) şartlar optimum formülasyon olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen optimum formülasyon kullanılarak 3 tekerrürlü üretim gerçekleştirilmiş ve teorik optimum cevaplar ile deneysel olarak belirlenmiş cevaplar karşılaştırılmıştır. Doğrulama çalışmalarında teorik ve deneysel verilerin uyumluluğu %sapma değeri (Eşitlik 1) ile belirlenmiştir. %sapma değerinin küçük olması teorik ve deneysel verilerin uyumlu göstermektedir.

$$\% \text{ sapma} = (\text{Deneysel değer-teorik değer}) / \text{teorik değer} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bulgular ve Tartışma

Duyusal Analiz

Farklı oranda keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ kullanılarak üretilen sürülebilir keçiyoynuzu kremalarının duyuşsal analiz sonuçları Tablo 2’ de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre tüm duyuşsal özelliklerin formülasyona bağlı olarak önemli değişim gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim, tat, koku ve görünüş özellikleri doğrusal model ile renk, kıvam ve genel beğeni özelliklerinin ise özel kuartik model ile tahminlenebileceği belirlenmiştir.

Duyusal renk değerleri 4.1 ile 7.5 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Duyusal renk değerini tahminleyen denklem Eşitlik 2’de verilmiştir.

Duyusal renk =

$$5.0 \times A + 7.5 \times B + 6.32 \times C - 5.86 \times AB + -95,54 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 2})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Eşitlik 2’de görüldüğü üzere renk üzerine en etkili doğrusal faktörün şeker şurubu ve bunu sırasıyla bitkisel yağ ve keçiyoynuzu ununun izlediği belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre oluşturulan kontur grafiği Şekil 1a’da sunulmuştur. Formülasyonda şeker şurubu konsantrasyonunun artışı duyuşsal renk değerlerinde artışa neden olmuştur. Bu durumun şeker şurubu artışına bağlı olarak elde edilen keçiyoynuzu kremalarının parlaklığının artması ile ilişki olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca yüksek oranda keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun duyuşsal renk değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu unu oranının artması sonucu kuru bileşen oranının artışına bağlı olarak renkte meydana gelen opaklaşmanın duyuşsal renk değerinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Keçiyoynuzu unu oranının %35, şeker şurubu oranının %17 ve margarin oranının %33 olduğu durumda ise en düşük duyuşsal renk puanları elde edilmiştir.

Farklı formülasyonlarla üretilen keçiyoynuzu kremalarının duyuşsal tat puanları 2.9 ile 7.8 arasında ve duyuşsal koku puanları 4.4 ile 6.9 arasında belirlenmiştir (Tablo 2). Örneklere ait duyuşsal tat ve duyuşsal koku değerlerini en iyi ifade eden model doğrusal model olarak tespit edilmiştir (Eşitlik 3 ve 4).

$$\text{Duyusal tat} = 3.33 \times A + 7.38 \times B + 4.59 \times C \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$\text{Duyusal koku} = 4.18 \times A + 6.67 \times B + 5.33 \times C \quad (\text{Eşitlik 4})$$

(Bu eşitliklerde A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Tablo 2. Farklı formülasyonlara üretilen keçiyoynuzu kremalarının özellikleri**Table 2.** Properties of spreadable carob cream at different formulations

Deneme No	Renk	Tat	Koku	Görünüş	Kıvam	Genel Beğeni	L	a	b	Toplam Fenolik Madde Miktarı (g GAE/ kg)	DPPH radikal süpürücü aktivite (g TEAA/kg)
1	7.4±2.0	7.3±1.2	6.8±1.2	7.3±1.7	6.3±1.9	7.1±1.4	26.8±5.1	0.5±0.5	-1.6±1.2	21.4±0.3	19.2±0.5
2	7.5±1.8	7.8±1.2	6.9±1.4	7.1±1.8	6.9±1.5	7.5±1.2	25.1±1.8	0.6±0.2	-2.4±0.3	19.5±0.2	17.3±0.0
3	4.9±2.0	4.8±1.7	5.6±1.5	3.6±1.7	5.1±1.4	4.8±1.0	31.0±1.9	0.4±0.1	-0.7±0.6	25.1±0.7	21.9±0.4
4	4.3±1.8	3.4±1.5	4.5±1.6	3.2±1.5	3.1±1.5	3.4±1.1	31.3±2.3	0.9±0.2	0.2±0.2	23.5±1.4	22.3±0.7
5	5.4±2.2	2.9±1.9	4.6±1.8	2.6±1.4	2.5±1.4	3.3±1.6	35.1±0.6	1.0±0.0	0.4±0.1	28.3±1.2	27.3±0.5
6	6.0±2.7	4.1±2.6	5.1±2.2	4.4±2.7	4.3±3.0	4.6±2.7	33.4±0.5	0.9±0.0	0.2±0.1	24.8±0.5	25.3±0.6
7	6.8±2.2	6.6±1.9	6.2±1.7	6.5±1.9	6.9±1.9	6.8±1.9	22.7±4.7	1.8±0.4	1.5±0.6	19.5±1.0	19.3±0.5
8	7.0±2.1	6.7±2.0	6.4±1.8	6.6±2.1	6.9±1.7	6.8±1.9	21.4±3.2	2.0±0.4	1.8±0.5	17.3±1.3	17.1±0.4
9	6.8±1.9	6.5±1.6	6.3±2.1	7.0±1.5	7.5±1.5	7.±01.4	30.8±0.6	0.6±0.0	-0.5±0.1	20.7±0.1	20.1±0.6
10	7.0±1.8	7.2±1.5	6.5±2.1	7.0±1.6	7.2±1.4	7.1±1.7	21.5±3.5	1.4±0.4	1.6±0.4	20.1±1.1	18.8±0.3
11	4.8±2.1	4.4±1.8	4.9±2.3	3.3±1.5	3.8±1.9	4.4±1.5	33.6±1.8	0.7±0.1	0.3±0.1	20.8±1.5	22.4±0.0
12	4.1±2.4	4.2±2.5	4.8±2.4	2.5±1.9	2.6±2.3	3.4±1.9	28.8±0.7	1.5±0.1	1.2±0.1	29.5±2.7	27.3±0.7
13	4.5±2.0	5.1±1.7	5.3±1.4	5.1±2.2	4.7±1.9	5.3±1.4	31.6±0.8	0.7±0.1	0.0±0.1	25.2±0.5	26.6±0.4
14	4.8±2.5	4.0±2.0	4.4±1.8	2.5±1.7	2.2±1.7	3.8±2.0	31.0±0.3	4.4±0.3	5.4±0.7	31.4±2.3	24.4±0.2
15	4.7±2.3	4.9±1.4	4.4±1.7	4.4±2.0	4.6±2.2	4.8±1.1	30.6±1.8	0.6±0.3	-0.1±1.0	23.6±1.0	26.1±0.0
16	5.4±2.2	4.3±2.0	4.5±1.5	2.5±1.5	2.1±1.2	3.9±1.5	30.6±0.3	4.4±0.3	5.9±0.4	24.7±6.9	22.6±0.4

Ortalama ± standart sapma

Duyusal tat ve duyuşsal koku puanları üzerine en etkili faktör şeker şurubu olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu unu ise duyuşsal tat ve koku puanlarını düşürmüştür (Eşitlik 3). Şekil 1b ve 1c'de verilen kontur grafiğine göre formülasyonda keçiyoynuzu ununun şeker şurubu ile ikame edilmesi duyuşsal tat ve duyuşsal koku değerinde doğrusal bir artışa neden olmuştur. Benzer şekilde, Aydın (2012) bisküvilerde kullanılan keçiyoynuzu unu oranının %5' ten %30' a yükseltilmesi ile hem koku hem de tat puanlarında düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun keçiyoynuzunun kendisine has tat ve kokusundan, keçiyoynuzunda bulunan acımsı tannenlerden ve keçiyoynuzu ilavesi ile tatlılığın azalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Fidan vd (2019) keçiyoynuzu unu ilavesi ile üretilen pandispanya keklerin duyuşsal tatlılık değerlerinin şeker ile ikame oranının artmasına bağlı olarak arttığını bildirmiştir. Duyusal tat sonuçları arasındaki farklılığın üretilen ürünlerdeki farklılıktan ve keçiyoynuzu ununa uygulanan ön işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak duyuşsal koku puanları benzer şekilde keçiyoynuzu oranının artmasına bağlı olarak düşüş göstermiştir (Fidan vd., 2019).

Keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ oranlarının duyuşsal görünüş üzerine önemli düzeyde etkisi olduğu ve formülasyona bağlı olarak duyuşsal görünüş puanlarının 2.5-7.3 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Eşitlik 5'te duyuşsal görünüş puanlarını tahminleyen eşitlik sunulmuştur (Eşitlik 5).

$$\text{Duyusal görünüş} = 1.9 \times A + 7.05 \times B + 5.14 \times C \quad (\text{Eşitlik 5})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağ temsil etmektedir.)

Duyusal renk değerlendirmesine paralel şekilde duyuşsal görünüş puanlarının formülasyondaki şeker şurubunun artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Keçiyoynuzu oranının artışı ise duyuşsal görünüş puanlarının dramatik şekilde azalmasına neden olmuştur (Şekil 1d). Bu durumun formülasyona giren sıvı bileşenlerin konsantrasyonun azalmasına bağlı olarak istenen tekstürde ürün elde edilememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim yüksek oranda keçiyoynuzu unu içeren formüllerde tanecikli bir yapı elde edilmiştir.

Sürülebilir ürünlerin en önemli özelliklerinden birisi olan kıvam, ürünün ekmeğe sürülebilirliğinin bir göstergesi olup, az kuvvetle ekmeğe sürülebilmesi ve sürme işleminden sonra ekmeğe üzerinde kalıcı olmalıdır. Farklı formülasyonlara göre üretilen keçiyoynuzu kremalarının kıvam puanları 2.1 ve 7.5 arasında tespit edilmiştir. Duyusal kıvam değerlerinin oldukça yüksek bir regresyon katsayısı ile özel kuartik model ile tahminlenebildiği belirlenmiştir (Eşitlik 6).

$$\text{Duyusal kıvam} =$$

$$1.7 \times A + 6.77 \times B + 7.39 \times C + 502.45 \times A^2BC - 477.28 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Kıvam üzerine en etkili faktörün margarin olduğu ve bunu şeker şurubunun izlediği görülmektedir. Bitkisel yağların sürelebilir ürünlerin kıvamı üzerine en etkili faktörlerden olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Aydın 2011). Şeker şurubu da formülasyona sıvı ilavesi sağlaması ve kıvamından ötürü son ürün kıvamını olumlu etkilemiştir. Şekil 1’de verilen kontur grafiğinde görüldüğü üzere formülasyonun kıvam üzerine çok etkili olduğu ve en yüksek kıvam özelliğinin %41 keçiyoynuzu unu, %19 şeker şurubu ve %25 bitkisel yağ ile hazırlanan kremada elde edilebildiği tespit edilmiştir.

Sürelebilir keçiyoynuzu kremalarına ait genel beğeni puanlarının 2.1 ile 7.5 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Eşitlik 7’de verilen denkleme göre şeker şurubu ve bitkisel yağ genel beğeni puanları üzerine en etkili faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Genel beğeni=

$$3.1 \times A + 6.93 \times B + 6.69 \times C + 167.99 \times AB^2C - 255.18 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Eşitlik 7 kullanılarak oluşturulan kontur grafiği (Şekil 1f) en yüksek genel beğeni (>7) puanları sağlayan formülasyonun %29 keçiyoynuzu unu, %32 şeker şurubu ve %24 bitkisel yağ olduğu belirlenmiştir. Öte yandan %35 keçiyoynuzu unu, %15 şeker şurubu ve %35 bitkisel yağ içeren formülasyon ile üretilen keçiyoynuzu kremaları en düşük genel beğeni puanlarına (<3) sahip olmuştur.

Renk

Farklı oranlarda keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ ile üretilen keçiyoynuzu kremalarının L* (21.4 – 35.1), a* (0.4 – 4.4) ve b* (-2.4 – 5.9) değerleri Tablo 2’de verilmiştir. İstatistiksel analizler L* ve b* değerlerinin formülasyona bağlı olarak önemli değişim göstermediğini, bu nedenle model p değeri önemli olsa da regresyon katsayılarının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Örneklere ait a* renk değerlerinin en iyi kuadratik model ile ifade edilebileceği belirlenmiştir. a* değeri üzerine en etkili faktörün keçiyoynuzu unu oranı olduğu bunu sırasıyla şeker şurubu ve margarinin izlediği görülmüştür. Keçiyoynuzu unu × şeker şurubu ve Keçiyoynuzu unu × margarin etkileşimlerinin ise a* renk değerini azaltıcı bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. a* renk değerini tahminleyen denklem aşağıda verilmiştir.

$$a^* = 4.05 \times A + 1.37 \times B + 0.88 \times C - 7.37 \times AB - 7.25 \times AC$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Formülasyona bağlı olarak a renk değeri değişimi Şekil 1g’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, her bir faktörün orta noktasının kullanıldığı formülasyonlarda en düşük a* renk değeri gözlenirken, formülasyonda herhangi bir bileşenin oranının artışı, a* değerinde artışa neden olmuştur. Bu artış en belirgin olarak keçiyoynuzu ununda gözlenmiştir. Bu durumun keçiyoynuzu ununun kendine has esmer renginden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Keçiyoynuzu ununun çikolata üretiminde %1.5 ile 4.5 oranlarında kakao ikamesi olarak kullanıldığı bir çalışmada, %4,5 oranında ikame en yüksek a* değerlerine neden olmuştur (Parlatır 2019).

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Keçiyoynuzu kremalarının toplam fenolik madde miktarı formülasyona bağlı olarak 17.3 g GAE/kg ile 31,4 g GAE/kg arasında değişim göstermiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin toplam fenolik madde miktarının doğrusal model ile modellenilebildiği görülmüştür. Modelin p değeri önemsiz, uyum eksliği değeri önemsiz, regresyon katsayıları ile yüksek olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu kremalarının toplam fenolik madde içeriğini tahmin eden denklem Eşitlik 8’de sunulmuştur.

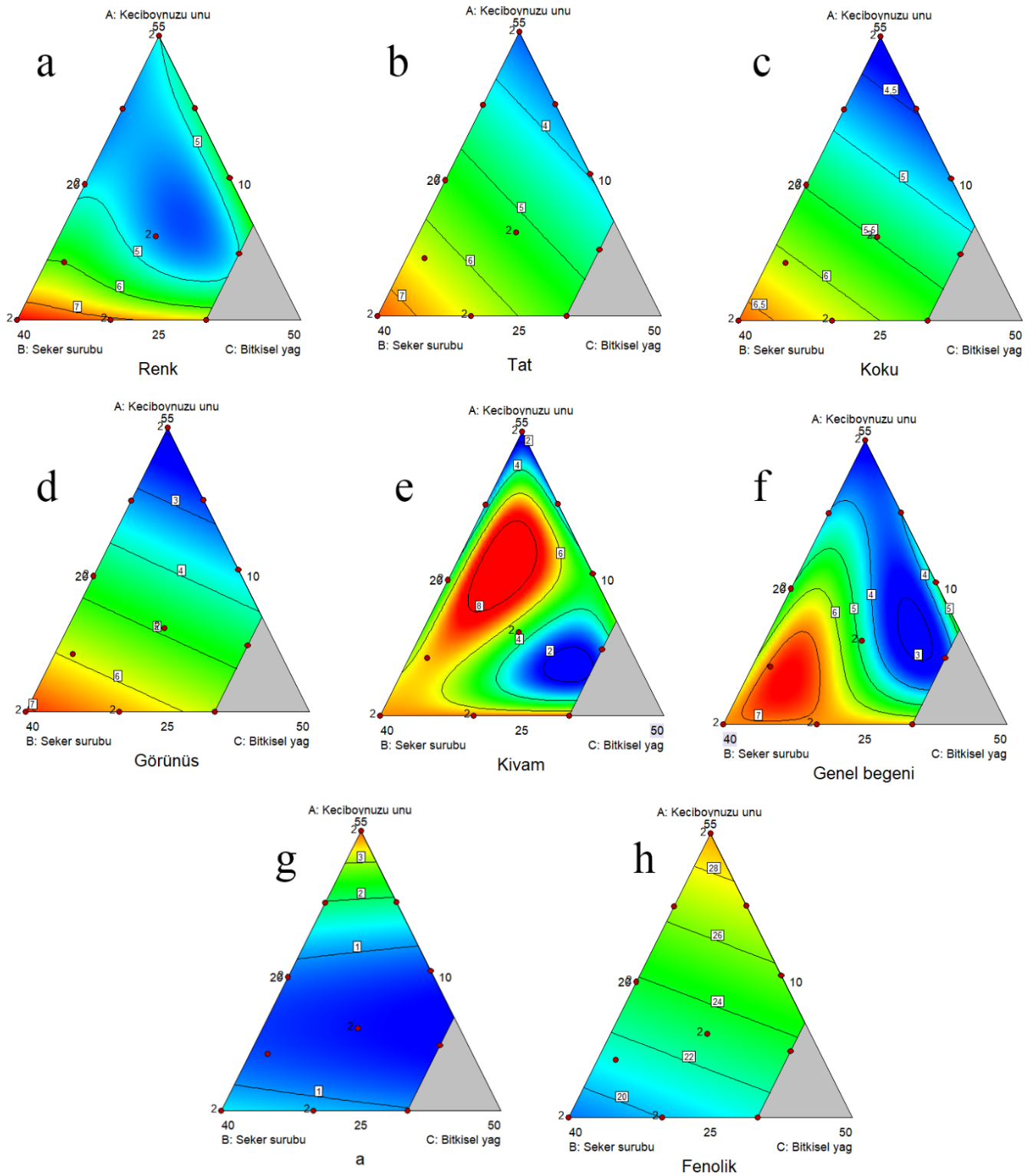
$$\text{Toplam fenolik madde miktarı} = 29.17 \times A + 18.93 \times B + 22.21 \times C \quad (\text{Eşitlik 8})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Elde edilen bu eşitlik (Eşitlik 8) kullanılarak oluşturulan kontur grafiği örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin temel olarak keçiyoynuzu unu tarafından etkilendiğini göstermiştir. Şeker şurubu ve bitkisel yağın fenolik maddelerce fakir olması ve formülasyondaki asıl fenolik kaynağının keçiyoynuzu unu olması nedeniyle bu beklenen bir durumdur. Benzer sonuçlar keçiyoynuzu unu kullanılarak üretilen farklı ürünlerde de rapor edilmiştir (Aydın 2012, Vitali et al. 2009, Sebecic et al 2007).

DPPH Radikal Süpürücü Aktivite

Örneklere ait DPPH radikal süpürücü aktivite 17.3 ile 27.3 g TE/kg aralığında tespit edilmiştir (Tablo 2). Değişimin göreceli olarak dar bir aralıkta olması nedeniyle varyans analizi sonucunda denenen modellerin regresyon katsayılarının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç formülasyonda keçiyoynuzu unu artışının DPPH radikal süpürücü aktivite artışında toplam fenolik madde miktarına kıyasla daha düşük etkisi olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçlarına benzer şekilde bisküvilere eklenen keçiyoynuzu unu artışı ile antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Aydın 2012).



Şekil 1. Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun (a) renk, (b) tat, (c) koku, (d) görünüş, (e) kıvam, (f) genel beğeni, (g) a* ve (h) toplam fenolik madde (g/kg) içeriği üzerine etkisi

Figure 1. Effect of formulation on (a) colour, (b) taste, (c) flavour, (d) appearance, (e) consistency, (f) overall acceptance, (g) a* and (h) total phenolic content of spreadable carob cream

Optimizasyon

Çekicilik fonksiyonu kullanılarak duyuşal özellikler ile toplam fenolik madde miktarını maksimize eden optimum keçi-boynuzu kreması formülasyonu belirlenmiştir. En uygun formülasyonun %25 keçi-boynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20.7 bitkisel yağ olduğu tespit edilmiştir. Bu formülasyonun teorik olarak 7.5 duyuşal renk puanı, 7.3 duyuşal tat puanı, 6.6 duyuşal koku puanı, 7.0 duyuşal görünüş puanı, 6.8 duyuşal kıvam puanı, 6.9 genel beğeni puanı ve 19.0 g GAE/kg km sağladığı hesaplanmıştır.

Sonuç

Keçi-boynuzu kafein içermemesi ve çeşitli sağlığa faydalı etkileri olan d-pinitol içeriği nedeniyle önemli bir kakao alternatifidir. Ancak endüstriyel kullanımı oldukça sınırlı olan keçi-boynuzunun çeşitli ürünlere işlenmesi amacıyla yürütülen bilimsel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Nitekim bu çalışmada sürülebilir keçi-boynuzu kreması formülasyonunda ana bileşenler olan keçi-boynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ oranının karışım deseni ile optimizasyonu amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları formülasyonda kullanılan bileşenlerin duyuşal özellikler üzerine önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Genel olarak şeker şurubu oranının artması renk, tat, koku, görünüş ve genel beğeni puanlarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak istenen kıvamda ürün üretimi için, üç bileşen oranının dikkatli seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Renk değerlerinden yalnızca a*'nın formülasyona bağlı olarak önemli değişim gösterdiği ve doğal renginden ötürü keçi-boynuzu unu oranı artışı ile korelasyon gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca formülasyondaki fenolik madde kaynağı olması nedeniyle ürünün toplam fenolik madde içeriğinin keçi-boynuzu unu oranından etkilendiği belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda optimum formülasyon %25 keçi-boynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20.7 bitkisel yağ olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel ölçekte uygun keçi-boynuzu formülasyonu belirlenmiştir. Bu yönüyle endüstriye katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Ancak üretilen keçi-boynuzu kremalarının sağlık üzerine etkilerinin (glisemik indeks, glisemik yük vs.) kakao bazlı ürünlere kıyasla çalışıldığı yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Etik Standart ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alper, Y. (2016). Keçi-boynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinden süperkritik karbondioksit (CO₂) ekstraksiyonu ile d-pinitol eldesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 90 ss.

Anonim (2019). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, <http://www.turkomp.gov.tr/food-376> (Erişim tarihi: 26.10.2019)

Aydın, N. (2012). Keçi-boynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 52 ss.

Aydın, S. (2011). Keçi-boynuzu meyvesinden sürülebilir bir ürün üretimi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 66 ss.

Aydın, S., Özdemir, Y. (2017). Development and characterization of carob flour based functional spread for increasing use as nutritious snack for children. *Journal of Food Quality*, 2017.

<https://doi.org/10.1155/2017/5028150>

Badem, A. (2006). Keçi-boynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçi-boynuzu zamlarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 80 ss.

Baykal, H., Karais, K., Koç, G.Ç., Dirim, S.N. (2018). The properties of cinnamon, carob and ginger enriched goat milk powder enriched goat milk powder. *GIDA-Journal of Food*, 43(4), 716-732.

<https://doi.org/10.15237/gida.GD18046>

Berk, E., Sumnu, G., Sahin, S. (2017). Usage of carob bean flour in gluten free cakes. *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1909-1914.

Camero, B.M., Merino, C.S. (2004). Method of obtaining pinitol from carob extracts, US Patent No: 6,699,511.

Cemeroglu, B. (2010). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizin Grup Basımevi, (34), 657. ISBN: 9789759857868

Çelik, Ş., Ünver, N., Güç, B., Ceylan, P. (2018). Some characteristic of fruity yoghurt produced with adding carob molasses. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi/Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 22(2), 215-224.

<https://doi.org/10.29050/harranziraat.321584>

Fidan, H., Petkova, N., Sapundzhieva, T., Baeva, M., Goranova, Z., Slavov, A., Krastev, L. (2019). Carob syrup and carob flour (*Ceratonia siliqua* L.) as functional ingredients in sponge cakes. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 11(1), 71-82.

Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A., Balkaç, R. (2016). Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 207-215.

Hallaç, Ş. (2016). Keçiboynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 98 ss.

Karamanoğlu, A.A. (2016). Kakao tozuna keçiboynuzu tozu ilavesi ile yapılan tağşışının belirlenmesi amacıyla yeni bir metodun geliştirilmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49 ss.

Karhan, M. (2010). Türkiye'de yetişen keçiboynuzu (*Cratonia siliqua* L.) tiplerinin biyoaktif bir molekül olan D-pinitol içeriği üzerine çevre koşulları ve bileşim unsurlarının etkisi, TÜBİTAK 107O650 Proje Sonuç raporu.

Kim, J., Kim, J.C., Joo, H., Jung, S., Kim, J. (2005). Determination of total chiro-inositol content in selected natural materials and evaluation of the antihyperglycemic effect of pinitol isolated from soybean and carob. *Food Science and Biotechnology*, 14(4), 441-445.

Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428.

<https://doi.org/10.1021/ac60147a030>

Oziyci, H.R. (2015). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinden d-pinitol ekstraksiyonu üzerine araştırmalar, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 137 ss.

Parlatır, B. (2019). Çikolata üretiminde kakao yerine keçiboynuzu unu kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 52 ss.

Pazır, F., Alper, Y. (2016). Keçiboynuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.) ve sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3), 302-306.

Racolta, E., Muste, S., Muresan, A.E., Muresan, C.C., Bota, M.M., Muresan, V. (2014). Characterization of Confectionery Spreadable Creams Based on Roasted Sunflower Kernels and Cocoa or Carob Powder. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 71(1), 62-67.

<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:10109>

Šebečić, B., Vedralina Dragojević, I., Vitali, D., Hećimović, M., Dragičević, I. (2007). Raw materials in fibre enriched biscuits production as source of total phenols. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(3), 265-270.

Shiehazadeh, R. (2019). Keçiboynuzu tozu tereyağı ve zeytinyağı kullanımının sürülebilir çikolatada fiziksel kimyasal ve reolojik özellikler üzerine etkisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 92 ss.

Taş, E.N., Çakaloğlu, B., Ötleş, S. (2018). The determination of some physical, chemical and sensory properties of pestil containing carob flour at different ratio. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(8), 945-952.

<https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i8.945-952.1445>

Tontul, İ. (2017). Kırınım pencere (refractance window) ve mikrodalga destekli sıcak hava kurutma teknikleri ile fonksiyonel bileşenlerce zengin nar pestili üretimi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 159 ss.

Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114(4), 1462-1469.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032>

Yalım Kaya, S. (2010). Keçiboynuzu meyvesinden yüksek saflıkta şeker şurubu üretimi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 175 ss.

Effects of ingredients and cooking time on total phenolic content and antioxidant activity of different homemade tomato sauces

Çağla ÖZER

Cite this article as:

Özer, Ç. (2021). Effects of ingredients and cooking time on total phenolic content and antioxidant activity of different homemade tomato sauces. *Food and Health*, 7(2), 84-90. <https://doi.org/10.3153/FH21010>

İstinye University, Faculty of Fine Arts, Design and Architecture, Gastronomy and Culinary Arts, 34010, İstanbul, Turkey

ORCID IDs of the authors:

Ç.Ö. 0000-0001-8471-8607

Submitted: 09.08.2020

Revision requested: 04.10.2020

Last revision received: 06.10.2020

Accepted: 18.10.2020

Published online: 01.02.2021

Correspondence:

Çağla ÖZER

E-mail: cozer@istinve.edu.tr

ABSTRACT

Tomato is one of the most consumed fruits in the world. Tomato sauce, a tomato product, is one of the mother sauces that has been developed by Escoffier (1846-1935). Nowadays, tomato sauce has been adapted by each country according to their own culinary culture. In the current study four different tomato sauce recipes were investigated in the context of their antioxidant activity and total phenolic content. Hydrophilic and lipophilic extractions of samples were evaluated separately. It was found that there is a relationship between total phenolic content and antioxidant activity in hydrophilic extraction. However, no similar correlation was found between total phenolic content and antioxidant activity in lipophilic extraction. According to the results, the highest antioxidant activity of both hydrophilic and lipophilic extractions was observed in S1 with the values 25.53 ± 1.01 and 45.48 ± 2.06 respectively. In lipophilic extraction, S2 had the lowest antioxidant activity with 32.77 ± 1.07 , because of the lack of the ingredients high in lipophilic antioxidant compounds. It was observed that the shortest cooking time with 10 min provide the highest retention of antioxidant activity and total phenolic content in this sauce. Also, antioxidant activity of lipophilic extraction for longer cooking time applied sauces (S4) could be kept high with ingredients such as carrot. It can be suggested that adding of ingredients which have antioxidant activity may be useful for providing bioactive properties in long cooking time procedures and it should be noted that the length of cooking time negatively affected the TPC values.

Keywords: Antioxidant activity, Cooking time, Gastronomy, Tomato sauces, Total phenolic component



© 2021 The Author(s)

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

Introduction

Reactive oxygen species (ROS) play a key role in common diseases such as cancer, cardiovascular and neurodegenerative diseases and in aging by oxidizing the DNA, lipids and proteins (Corzo-Martínez et al., 2007). Plant based diets provide various phytochemicals which have antioxidant activity such as vitamin C and E, phenolic compounds and carotenoids (Dimitros, 2006). Phenolic compounds in vegetables constitute the major part of dietary antioxidants. Antioxidant activity of phenolic compounds results from scavenging free radicals (Nahak et al., 2014).

Tomato (*Solanum lycopersicum*), belonging to Solanaceae family, is one of the main ingredients of Western and Mediterranean diet (Martínez-Huélamo et al., 2015; Ricci et al., 2017; Tomas et al., 2017). Tomato and its products are important for human diet due to the high content of β -carotene, lycopene, flavonoids, ascorbic acid, vitamin E, folate and potassium (Hernández et al., 2007). These compounds are effective on scavenging ROS and to prevent formation of cancer cell lines by reducing cell proliferation (Kampa et al., 2000; Meyer et al., 2005). Beneficial health effects of some phytochemicals such as phenolics and carotenoids can reduce risk of various diseases such as cancer and cardiovascular diseases due to their antioxidant properties (Forbes-Hernandez et al., 2016; Tomas et al., 2017).

Tomato is generally consumed as fresh, canned, paste as an ingredient in food recipes (Knockaert et al., 2012). Georges Auguste Escoffier, one of the leader of Classical Cuisine, described the usage of tomato as sauce, grilled (tomatés grillés), stuffed with variable fillings (tomates farcies), fried (tomates frites), simmered with different ingredients (mousse de tomates), sauteed (tomates sautées), mashed (purée de tomates), mashed derivatives soufflé (soufflé de tomate) and reduced (tomato essence) in *Le Guide Culinaire*, first published in 1903, in which French cooking techniques explained by himself (Cracknell and Kauffman 2011). Among these types of usage, tomato sauce is one of the most consumed tomato products and Escoffier gained the “tomato sauce” to culinary world as one of the mother sauces.

Depending on culinary culture, tomato sauces are prepared by various different way in the world. Differences in ingredients, cutting and cooking techniques, cooking time and temperature provide the various sauces with different flavour, texture and bioactive properties. Ingredients of food and parameters of food processes such as temperature and time can affect the bioavailability (Arranz et al., 2015, Tomaş et al., 2019). For instance, oil existence in tomato product recipe enhances bioavailability of lipophilic carotenoids (Mozos et al., 2018). Additionally, physical treatments on foods such

as chopping, slicing and mashing etc. may provide more extractable content of bioactive compounds such as lycopene (Sekin et al., 2005). Although some molecules such as carotenoids and organic acids become more accessible, thermo-sensitive components are negatively affected from thermal processing (Beltrán Sanahuja et al., 2019). On the other hand, adding ingredients which have antioxidant activity such as pepper, garlic or carrot may change the bioactive properties of tomato sauce.

In this study, four different homemade tomato sauces, which differ in their ingredients, cooking techniques and time, were selected as samples. Tomato was the main ingredient and garlic, green pepper and carrot were added as auxiliary materials into the recipes. It was aimed to investigate the effects of cooking time and ingredients on antioxidant properties and total phenolic content of tomato sauces.

Materials and Methods

Material

A commercial tomato variety (obtained from local producer in İstanbul) was used in the current study. The tomato sauce was prepared with different processing methods. Recipes and process flow chart of the sauces were shown in Table 1. Sauce preparation and analysis were repeated for three times.

Chemical Analysis

The moisture content, pH, titratable acidity, total water soluble solid were determined according to the Cemeroglu (2013). Sauces were analyzed in triplicate and mean values were reported.

Hydrophilic Extraction of Tomato Sauces

Hydrophilic extractions of tomato sauces were performed according to Capanoglu et al. (2008) with some modifications. 2 g of tomato sauce were homogenized with 5 mL of 75% aqueous methanol. The mixtures were shaken in shaking water bath (Mikrotest, mcs30) at room temperature for 30 min, then centrifuged (Hettich Universal, 32R) at 2700 rpm for 10 min and the supernatants were collected.

Lipophilic Extraction of Tomato Sauces

Lipophilic extractions of tomato sauces were performed according to Motilva et al. (2014) with some modifications. 5 g of tomato sauce was homogenized by stomacher (CLS Scientific, PM-174711) for 5 min with 10 mL of a mixture of acetone with 500 mL/L of ethanol. The mixture was centrifuged at 9500 rpm for 10 min and the supernatant was collected. This process was repeated twice and then all supernatants were combined. Organic solvent was evaporated, and residue

was dissolved in ethanol.

Antioxidant Activity Analysis

The antioxidant activity analysis was performed as described by Donkor et al. (2015). 200 μ L of extracts (hydrophilic and lipophilic) and 3800 μ L of 0.004% DPPH methanolic solution were mixed and the mixture were incubated at room temperature in a dark place for 60 minutes. After incubation, the absorbance of samples was measured at 517 nm (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-Vis). Each sample were analysed in triplicate and % inhibition values were calculated as follows:

$$\% \text{Inhibition} = [(ABS_0 - ABS_1) / ABS_0] * 100$$

Here, ABS_0 is absorbance of 0.004% DPPH solution without sample and ABS_1 is absorbance of samples and DPPH solution mixture.

Total Phenolic Compound

Total phenolic compound analysis was performed according to Singleton and Rossi (1965). 100 μ L of extract and 900 μ L of distilled water were mixed and then 5 mL of Folin-ciocalteu solution was added. 3 minutes later 4 mL of Na_2CO_3 was added and the mixture was incubated at room temperature in a dark place for 2 hours. After incubation, the absorbance of

samples was measured at 765 nm. Each sample were analysed in triplicate and total phenolic compound were given as mg/kg gallic acid.

Statistical Analysis

Data were analysed by SPSS software (ver. 23 SPSS Inc., Chicago, IL, USA). ANOVA and Tukey's mean comparison test at a significance level of 5% were used for statistical analysis. Correlation analysis were carried out with Pearson's Correlation Analysis by SPSS.

Results and Discussion

Moisture contents, pH, total water soluble solid (brix) and titratable acidity of samples were given at Table 2. In the current study, moisture contents of tomato sauces were found to be 80.18 ± 1.9 for S1, 83.69 ± 1.00 for S2, 63.19 ± 9.21 for S3 and 85.27 ± 0.01 for S4. Moisture content of home processed, and industrial processed tomato sauce were determined as 91.0 ± 0.8 and 89.0 ± 0.8 , respectively by Tomas et al. (2017). Cooking time and temperature may be responsible for these different reductions. Although S4 has the longest cooking time, its moisture content was not found to be the lowest because that liquid content was much more than other recipes.

Table 1. Tomato Sauce Recipe and Preparation

Tomato Sauce	Recipe	Preparation	Total Cooking Time
S1	Tomato (1 kg, mire-poix) Green pepper (100 g, brunoise) Extra virgin olive oil (20 mL) Salt (3 g)	Heat the oil Sauté the green peppers and tomatoes Add salt Bring boil Remove from heat	10 min
S2	Tomato (1 kg, brunoise) Green pepper (100 g, brunoise) Garlic (2 cloves) Extra virgin olive oil (20 mL) Salt (3 g)	Sauté the garlic and green pepper in olive oil Add tomatoes Simmer for 15 minutes Add salt and simmer for 5 minutes by stirring	20 min
S3	Tomato (1 kg, mashed) Garlic (4 cloves, brunoise) Extra virgin olive oil (20 mL) Salt (3 gr)	Heat the olive oil Sauté garlic Add tomatoes and salt Simmer for 30 minutes Remove from heat when sauce is stiffen	30 min
S4	Tomato (1 kg, mire-poix) Garlic (1 cloves, brunoise) Carrot (200 g, grated) Extra virgin olive oil (20 mL) Salt (3 g) Water (1 L)	Sauté garlic and carrots Add tomato, salt and water Simmer for 2 hours	2 hours

Total phenolic contents (TPC) of sauces were presented in Table 3. TPC values were ranged from 340.19 to 706.14 mg/kg gallic acid for hydrophilic extraction and 61.61 to 196.68 mg/kg gallic acid for lipophilic extraction. It was fact that TPC obtained from hydrophilic extraction of S1 was found to be the highest among the all sauce samples. Differences in TPC may be explained with ingredients variation, cooking time and techniques and different cutting techniques. Although garlic was added into the S2 and S3 recipe, TPC value was found to be higher in S1 due to shortest cooking time. Gorinstein et al. (2009) showed that TPC and antioxidant activity decreased with the increment of cooking time. Vallejo et al. (2003) also demonstrated that prevention of bioactive compounds losses in broccoli could be provided with the shortest heat treatment time and indicated that during domestic cooking, phenolic compound degradation can enhance or chemical changes which affect the quality parameters can produce. Likewise, Wachtel-Galor et al. (2008) reported that total phenolic content decreased with the increment of cooking time regardless the cooking technique. Additionally, Buchner et al. (2006) indicated that phenolic compounds, that are heat sensitive, could degrade during cooking time.

On the other hand, TPC extracted by lipophilic solvent varied. The highest lipophilic TPC was obtained from S4 (99.19 mg/kg gallic acid). Likewise, hydrophilic extraction, variation of lipophilic extraction may result from preparation method, ingredients and cutting techniques.

Antioxidant activity in tomato is originated from carotenoids, polyphenols, flavonoids and ascorbic acid (Gahler et al., 2003). Antioxidant activity was determined separately for hydrophilic extracts and lipophilic extracts of samples by using DPPH method. Antioxidant activity of hydrophilic extractions were found to be 25.53%, 22.47%, 19.14%, 13.59% for S1, S2, S3 and S4, respectively. Antioxidant activity was also in a relationship between total phenolic content for hydrophilic extraction ($p < 0.05$) and increased with the increment in total phenolic content. Pearson's correlation (r) between TPC and antioxidant activity in hydrophilic extraction was found to be 0.982.

As seen from Table 3, antioxidant activity of lipophilic extracts was significantly higher than hydrophilic extracts ($p < 0.05$). Main source of antioxidant activity in lipophilic extractions is carotenoids because of their lipophilic character. During food process, phytochemicals which have additive or synergistic effects on antioxidant activity could be released from food matrix (Dewanto et al., 2002). Due to thermal process, cell walls may be broken down and the bonds between lycopene and tissue matrix weak (Dewanto et al., 2002 and Chang et al., 2006), thus bioavailability of lycopene and correspondingly antioxidant activity could increase. Additionally, enzymatic degradation, resulting from heating process, increase the carotenoid content because of weakening in protein-carotenoid aggregates (Stahl and Sies, 1992; Sahlin et al., 2004).

Table 2. Chemical Analysis of Tomato Sauces (Means \pm Standard deviation)

Sample name	%Moisture	Brix	Titrateable acidity	pH
S1	80,18 \pm 1,9 ^a	8,05 \pm 0,1 ^a	0,35 \pm 0,01 ^a	4,66 \pm 0,03 ^a
S2	83,69 \pm 1,00 ^a	7,21 \pm 0,01 ^b	0,38 \pm 0,1 ^a	4,71 \pm 0,05 ^a
S3	63,19 \pm 9,21 ^b	10,03 \pm 0,1 ^c	0,51 \pm 0,02 ^b	4,63 \pm 0,01 ^a
S4	85,27 \pm 0,01 ^a	7,02 \pm 0,2 ^{bd}	0,21 \pm 0,02 ^c	5,01 \pm 0,05 ^b

^{a,b,c,d} Different letters in the same column indicate statistical difference ($p < 0.05$)

Table 3. Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Tomato Sauces

Sample name	Total phenolic content (mg/kg gallic acid)		Antioxidant capacity (%DPPH inhibition)	
	Hydrophilic Extraction	Lipophilic Extraction	Hydrophilic Extraction	Lipophilic Extraction
S1	706.14 \pm 5.04 ^{aA}	72.63 \pm 3.03 ^{aB}	25.53 \pm 1.01 ^{aA}	45.48 \pm 2.06 ^{aB}
S2	635.23 \pm 7.33 ^{bA}	76.68 \pm 7.41 ^{aB}	22.47 \pm 1.04 ^{bA}	32.77 \pm 1.07 ^{bB}
S3	457.18 \pm 4.61 ^{cA}	61.61 \pm 3.10 ^{bB}	19.14 \pm 1.03 ^{bA}	33.63 \pm 1.05 ^{bB}
S4	340.19 \pm 3.05 ^{dA}	99.19 \pm 5.55 ^{cB}	13.59 \pm 1.07 ^{cA}	35.58 \pm 1.25 ^{bB}

^{a,b,c,d} Different letters in the same column indicate statistical difference ($p < 0.05$)

^{A,B} Different uppercase letters in the same row indicate statistical difference between hydrophilic and lipophilic extraction ($p < 0.05$)

The highest lipophilic and hydrophilic antioxidant activity was observed in S1 in this study. When considering the sauce preparation methods (Table 1) used in this study, S1 has minimum cooking time. Seybold et al. (2004) indicated that the shorter heating time provide the higher α -tocopherol contents in tomato sauces. Yilmaz and Toledo (2005) stated that long heating time can cause the decrement in antioxidant activity of products due to melanoidin and polyphenol degradation. Although hydrophilic phenolic content of S1 was higher than lipophilic phenolic content, antioxidant activity of lipophilic extraction was observed higher than hydrophilic extraction. It may be explained with higher carotenoid and tocopherol content of lipophilic extraction (Bae et al., 2012). Likewise, Bae et al. (2012) have reported that non-polar and mid polar extracts showed higher antioxidant activity than polar extracts in different peppers. On the other hand, S4 showed the lowest antioxidant activity by hydrophilic extraction, while the highest antioxidant activity was obtained from S1. It was thought that longer cooking time could reduce compounds that have antioxidant properties. In contrast to hydrophilic extraction, lipophilic extraction could be affected by many variations such as carotenoids and tocopherols as well lipophilic phenolics. In contrast to hydrophilic extraction, poor correlation coefficient was found between antioxidant activity and TPC in lipophilic extraction ($r = -0.468$) as lipophilic compounds have important role in antioxidant activity of lipophilic extracts as well TPC. It was fact that S1 had the highest antioxidant activity in lipophilic extraction, while S2 had the lowest antioxidant activity. These differences could result from ingredients being source of lipophilic antioxidant compounds and preparation methods. Although S4 has the highest cooking time, high lipophilic antioxidant activity may be caused from carrot.

Conclusion

This study has importance for culinary science in terms of bioactive properties of different tomato sauces. In the current study, comparison of total phenolic content and antioxidant activity of four different tomato sauces were investigated in hydrophilic and lipophilic extraction. Antioxidant activity of sauce samples was significantly affected by cooking time, ingredient variation and preparation method. Additionally, lipophilic extracts showed higher antioxidant activity than hydrophilic extracts due to probably lipophilic antioxidant content. Moreover, antioxidant activity was significantly correlated with TPC in hydrophilic extracts. On the contrary, poor correlation coefficient was found between antioxidant activity and TPC in lipophilic extraction as lipophilic compounds have important role in antioxidant activity of lipophilic extracts as well TPC. It has been suggested that adding of ingredients which have antioxidant activity may be useful for

providing bioactive properties in long cooking time procedures.

Compliance with Ethical Standard

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

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

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

- Arranz, S., Martinez-Huelamo, M., Vallverdu-Queralt, A., Valderas-Martinez, P., Illan, M., Sacanella, E., Escribano, E., Estruch R., Lamuela-Raventos, R.M. (2015). Influence of olive oil on carotenoid absorption from tomato juice and effects on postprandial lipemia. *Food Chemistry*, 168, 203-210.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.053>
- Bae, H., Jayaprakasha, G. K., Jifon, J., Patil, B. S. (2012). Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum* spp.) cultivars. *Food chemistry*, 134(4), 1912-1918.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.108>
- Beltrán Sanahuja, A., De Pablo Gallego, S. L., Maestre Pérez, S. E., Valdés García, A., & Prats Moya, M. S. (2019). Influence of cooking and ingredients on the antioxidant activity, phenolic content and volatile profile of different variants of the mediterranean typical tomato sofrito. *Antioxidants*, 8(11), 551.
<https://doi.org/10.3390/antiox8110551>
- Buchner, N., Krumbein, A., Rohn, S., & Kroh, L. W. (2006). Effect of thermal processing on the flavonols rutin and quercetin. *Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry*, 20(21), 3229-3235.
<https://doi.org/10.1002/rcm.2720>

- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R. & De Vos, C.H.R. (2008). Changes in antioxidants and metabolite profiles during production of tomato paste, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 964-973. <https://doi.org/10.1021/jf072990e>
- Cemeroğlu, B. (2013). *Gıda analizleri* (Editor: Cemeroğlu, B.). Bizim Büro Basımevi, ISBN: 9786056341939.
- Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y., Liu, Y.C. (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes, *Journal of Food Engineering*, 77(3), 478-485. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.061>
- Corzo-Martínez, M., Corzo, N., Villamiel, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. Trends in food science & technology, 18(12), 609-625. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.07.011>
- Cracknell, H.L., Kaufmann, R., J. (2011). Escoffier Le Guide Culinaire. 2nd edition. John Wiley&Sons Inc., ISBN: 978-0470900277.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. & Liu, R.H., (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3010-3014. <https://doi.org/10.1021/jf0115589>
- Dimitrios, B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9), 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.004>
- Donkor, S., Agyekum, A.K., Akuamoah, F., Adu-Bobi, N.A.K., Achel, D.G., Asare, I.K., Kyei, J. (2015). Antioxidant potentials of tomato paste extracts found on major markets in Accra Metropolis. *American Journal of Applied Chemistry*, 3(5):158-163. <https://doi.org/10.11648/j.ajac.20150305.11>
- Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Bompadre, S., Mezzetti, B., Quiles, J. L., Giampieri F. & Battino, M. (2016). The healthy effects of strawberry polyphenols: which strategy behind antioxidant capacity? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(sup1), S46-S59. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1051919>
- Gahler, S., Otto, K., Böhm, V. (2003). Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to 137 different products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7962-7968. <https://doi.org/10.1021/jf034743q>
- Gorinstein, S., Jastrzebski, Z., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Najman, K., Park, Y.S., Heo, B.G., Cho, J.Y., Bae, J.H. (2009). Comparative control of the bioactivity of some frequently consumed vegetables subjected to different processing conditions. *Food Control*, 20(4), 407-413. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.07.008>
- Hernández, M., Rodríguez, E., Díaz, C. (2007). Free hydroxycinnamic acids, lycopene, and color parameters in tomato cultivars. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 55, 8604-8615. <https://doi.org/10.1021/jf071069u>
- Kampa, M., Hatzoglou, A., Notas, G., Damianaki, A., Bakogeorgou, E., Ge-metzi, C., Kouroumalis, E., Martin, P.M. & Castanas, E. (2000). Wine antioxidant polyphenols inhibit the proliferation of human prostate cancer cell lines. *Nutrition and Cancer*, 37(2), 223-233. https://doi.org/10.1207/S15327914NC372_16
- Knockaert, G., Pulissery, S. K., Colle, I., Van Buggenhout, S., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2012). Lycopene degradation, isomerization and in vitro bioaccessibility in high pressure homogenized tomato puree containing oil: Effect of additional thermal and high pressure processing. *Food Chemistry*, 135(3), 1290-1297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.065>
- Martínez-Huélamo, M., Tulipani, S., Estruch, R., Escribano, E., Illán, M., Corella, D., & Lamuela-Raventós, R.M. (2015). The tomato sauce making process affects the bioaccessibility and bioavailability of tomato phenolics: A pharmacokinetic study. *Food Chemistry*, 173, 864-872. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.156>
- Meyer, F., Galan, P., Douville, P., Bairati, I., Kegel, P., Bertrais, S., Estaquio C., Hercberg, S. (2005). Antioxidant vitamin and mineral supplementation and prostate cancer prevention in the SU.VI.MAX trial. *International Journal of Cancer*, 116(2), 182-186. <https://doi.org/10.1002/ijc.21058>
- Motilva, M.J., Maciá, A., Paz-Romero, M., Labrador, A., Domínguez, A., Peiró, L. (2014). Optimisation and validation of analytical methods for the simultaneous extraction of

antioxidants: Application to the analysis of tomato sauces. *Food Chemistry*, 163, 234-243.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.096>

Mozos, I., Stoian, D., Caraba, A., Malainer, C., Horbañczuk, J.O., Atanasov, A.G. (2018). Lycopene and Vascular Health. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 521.

<https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00521>

Nahak, G., Suar, M., Sahu, R. K. (2014). Antioxidant potential and nutritional values of vegetables: a review. *Research Journal of Medicinal Plants*, 8(2), 50-81.

<https://doi.org/10.3923/rjmp.2014.50.81>

Ricci, A., Antonini, E., Ninfali, P. (2017). Homemade Tomato Sauce in the Mediterranean Diet: A Rich Source of Antioxidants. *Italian Journal of Food Science*, 30(1).

<https://doi.org/10.14674/IJFS-980>

Sahlin, E., Savage, G.P., Lister, C.E. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing, *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 635–647.

<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.003>

Sekin, Y., Bağdatlioğlu, N., & Kirdinli, Ö. (2005). Domates konservesi üretiminde çeşitli faktörlerin likopen niceliğine etkisi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 7-14.

<https://doi.org/10.18466/cbufbe.35354>

Seybold, C., Fröhlich, K., Bitsch, R., Otto, K. & Böhm, V., (2004). Changes in contents of carotenoids and vitamin E during tomato processing, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7005-7010.

<https://doi.org/10.1021/jf049169c>

Singleton, V.L., Rossi, J.A., (1965). Colorimetry of total

phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144.

Stahl, W., Sies, H., (1992). Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans, *Journal of Nutrition*, 122, 2161-2166.

<https://doi.org/10.1093/jn/122.11.2161>

Tomas, M., Beekwilder, J., Hall, R. D., Sagdic, O., Bo-yacioglu, D., Capanoglu, E. (2017). Industrial processing versus home processing of tomato sauce: Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants. *Food Chemistry*, 220, 51-58.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.201>

Tomaş, M., Sağdıç, O., Çatalkaya, G., Kahveci, D., Çapanoğlu, E. (2019). Effects of cooking and extra virgin olive oil addition on bioaccessibility of carotenes in tomato sauce. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43.

<https://doi.org/10.3906/tar-1801-127>

Vallejo, F., Tomás-Barberán, F. A., & García-Viguera, C. (2003). Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic cooking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(14), 1511-1516.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.1585>

Wachtel-Galor, S., Wong, K.W., Benzie, I.F. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food chemistry*, 110(3), 706-710.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.056>

Yilmaz, Y., Toledo, R. (2005). Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. *Food Chemistry*, 93(2), 273–278.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.043>

Bitlis otlu peynirinin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin standartlara göre değerlendirilmesi

Seda OĞUR¹, Merve DURUK²

Cite this article as:

Oğur, S., Duruk, M. (2021). Bitlis otlu peynirinin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin standartlara göre değerlendirilmesi *Food and Health*, 7(2), 91-102. <https://doi.org/10.3153/FH21011>

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bitlis Türkiye
² Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Güvenliği Ana Bilim Dalı, Bitlis Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.O. 0000-0002-2041-0790
M.D. 0000-0002-9556-0961

Submitted: 11.09.2020

Revision requested: 29.09.2020

Last revision received: 13.10.2020

Accepted: 22.10.2020

Published online: 12.02.2021

Correspondence:

Seda OĞUR

E-mail: ogursd@gmail.com



© 2021 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmada Bitlis ilinde iki farklı yöntemle (salamura ve basma) geleneksel olarak üretilen otlu peynirlerin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin saptanması ve belirlenen kalite parametrelerinin farklı standartlara (Türk Standartları Enstitüsü (TSE) otlu peynir standardı (TS 13205), Türk Patent Enstitüsü (TPE) Van otlu peyniri coğrafi işaret (No: 405) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK) peynir tebliğine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Numunelerin kuru madde, kül, yağ, protein ve tuz miktarları ile enerji değerleri belirlendikten sonra yağ ve tuz miktarının kuru maddedeki değerleri ile yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (PYKN) değerleri hesaplanmıştır. Bitlis otlu peynir numunelerinin nem miktarının TSE otlu peynir standardına uygun olduğu, basma peynir numunelerinin kuru madde ve yağ miktarının TPE Van otlu peynir coğrafi işaret tescilinde belirtilen üst değerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Numunelerin (ikisi hariç) enerji değerlerinin TPE Van otlu peynir coğrafi işaret tescilinde belirtilen ortalama değerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Basma peynir numunelerinin (biri hariç) TGK peynir tebliğinde belirtilen PYKN değerlerine göre yarı sert peynir kategorisine girdiği bulunmuştur. Bitlis otlu peynirinin yağ, protein ve enerji değerleri açısından besinsel değerinin oldukça yüksek olduğu saptanmış, ancak kalite parametrelerinin değişkenlik göstermesi sebebiyle modern, endüstriyel ve standart üretim yönteminin geliştirilmesinin ve uygulanmasının oldukça önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitlis otlu peyniri, Besin kompozisyonu, Kimyasal bileşim, Standart, Kalite

ABSTRACT

Evaluation of nutritional composition and chemical composition of Bitlis herby cheese according to standards

This study aimed to determine of the nutritional composition and chemical composition of herby cheeses produced traditionally by two different methods (brine and embedding) in the province of Bitlis and to evaluate the determined quality parameters according to different standards (Turkish Standards Institute (TSI) herby cheese standard (TS 13205), Turkish Patent Institute (TPI) Van herby cheese geographical indication (No: 405) and Turkish Food Codex (TFC) cheese communiqué). After determining the dry matter, ash, fat, protein and salt amounts and energy values of the samples, the values of the fat and salt in the dry matter and the moisture ratio in the fat-free cheese mass (CHMM) were calculated. It was determined that the moisture content of the Bitlis herby cheese samples were in accordance with the TSI herby cheese standard, and the dry matter and fat content of the embedding cheese samples were higher than the upper value specified in the TPI Van herby cheese geographical indication registration. It was established that the energy values of the samples (except two) were higher than the average value specified in the TPI Van herby cheese geographical indication registration. Embedding cheese samples (except one) were found to be in the semi-hard cheese category according to the CHMM values specified in the TFC cheese communiqué. It was determined that the nutritional value of Bitlis herby cheese is quite high in terms of fat, protein and energy values, but it was revealed that the development and implementation of modern, industrial and standard production method is very important due to the variability of quality parameters.

Keywords: Bitlis herby cheese, Nutritional composition, Chemical composition, Standard, Quality

Giriş

Otlu peynir yöresel peynirler içerisinde önemli bir yere sahip olup, Van başta olmak üzere Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki birçok ilde (Bitlis, Batman, Siirt, Diyarbakır, Ağrı, Erzurum ve Hakkari) çoğunlukla koyun sütünden, koyun sütünün yetersiz olduğu durumda inek ve keçi sütleri ile karışımından, en çok yabancı sarımsak (yöresel ismi "sirmo", *Allium* sp.), yabancı nane (*Labatae* sp.), kekik (*Thymus* sp.), *Anthriscus* sp. (yöresel ismi "mendo"), *Prangos* sp. (yöresel ismi "heliz"), *Ferula* sp. (yöresel ismi "siyabo") ve *Ranunculus potyanthemos* gibi yöreye özgü diğer bazı kokulu otların, peynir pıhtısının bez torbalara süzülmesi (aktarılması) sırasında ilave edilmesiyle üretilmektedir (Çoksöyler vd., 2007). Van ilindeki yetkililer ve üreticiler geleneksel otlu peynirlerinin tanıtımı ve ticari bir ürün haline dönüşmesi için çok çaba sarf ettiklerinden ve bunu başardıklarından dolayı, otlu peynir denildiğinde ilk akla gelen il Van olmuş ve literatürde "otlu peynir" yerine daha çok "Van otlu peyniri" yer almıştır.

Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde yukarıda bahsedilen 6 otun kullanımının zorunlu, 13 adet otun kullanımının isteğe bağlı olduğu ve bu otların hangi kısımlarının kullanılacağı belirtilmiştir. Otların yüksek miktarda kullanımları peynirin görüntüsünü olumsuz etkilediğinden, ilave edilecek otların peynir ağırlığına oranının %2'yi aşmaması gerektiği ifade edilmiştir (TPE, 2018). Yapılan bir çalışmada (Öztürk vd., 2000) otlu peynire katılan 61 çeşit bitki türü ve bu türlerin 9 ayrı familyaya ait bitkiler olduğu belirtilmiştir. Bu familyalardan 19 tür ile en fazla türe sahip olan *Apiaceae* (maydanozgiller) ilk sırada, 15 tür ile *Liliaceae* (zambakgiller) ikinci sırada ve 12 tür ile *Lamiaceae* (nanegiller) üçüncü sırada yer almaktadır. Bunlardan *Lamiaceae* ve *Apiaceae* özellikle hoş kokulu bitkileri kapsamaktadır (Öztürk vd., 2000).

Bitlis otlu peyniri de Van otlu peyniri ile aynı şekilde kuru (basma) ve salamura olmak üzere iki yöntemle daha çok geleneksel olarak üretilmektedir. Bitlis otlu peyniri üretiminde de benzer otlar kullanılmakta, sadece koyun sütünden üretilebileceği gibi, koyun sütünün inek ve keçi sütüyle karıştırılmasıyla ya da sadece inek sütüyle de üretilebilmektedir. Çoğunlukla bahar aylarında toplanan otların salamura içerisinde saklanması sayesinde hem bahar hem de yaz aylarında otlu peynir üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bitlis'te basma otlu peynirler endüstriyel olarak birkaç tescilli firma tarafından üretilmekte, ancak evlerde veya kayıtlı olmayan üreticilerce

standart olmayan geleneksel usullerle üretilen salamura ve basma otlu peynirlere piyasada daha çok rastlanmaktadır.

Kuru otlu peynir yapımına sütün (genellikle koyun sütü veya koyun sütü-inek sütü/koyun sütü-keçi sütü karışımı) 30 °C civarında yaklaşık 2 saat mayalanmasıyla başlanırken, taze tüketilecek salamuralı otlu peynir yapımında çiğ süttten üretim gerçekleştirilmekte, süt pastörizasyon normlarında (63-65°C'de 30 dk) ısıtılma tabi tutulduktan sonra mayalanmaktadır. Mayalanma sonucunda oluşan pıhtı bez torbalara aktarılırken pıhtı aralarına hazırlanmış ot karışımından (su ile yıkandıktan sonra kaynatılır, soğutulup salamuraya yatırılır) ilave edilmektedir. Bu işlem sonunda torbaların ağzı kapatılıp, üzerine ağırlık konular ve pıhtı-ot karışımının preslenmesi ve suyunun uzaklaştırılması sağlanmaktadır (yaklaşık 3-4 saat kadar). Suyu süzülen peynirler kalıplar halinde kesilmektedir (Akyüz ve Coşkun, 1991). Kesme işleminden sonra tercihen taze olarak tüketilebilse de genel olarak olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulmaktadır (Çoksöyler vd., 2007). Salamura tuzlamada otlu peynirler, daha çok şeffaf plastik bidonlara yerleştirilmekte ve üzerlerine hazırlanan salamura suyu ilave edilerek, serin bir yerde olgunlaştırılmaya bırakılmaktadırlar. Kuru tuzlamada ise, önce dilimler daha çok kaya tuzu ile tuzlanarak birkaç gün bekletilmekte, bol su ile iyice yıkandıktan sonra bir kat peynir, bir kat cacık (yöntemine uygun olarak hazırlanan çökeleğin bez torbada süzülmesi, hafif tuzlanması ve içerisine otların karıştırılması sonucu elde edilmektedir) şeklinde iyice bastırılarak beyaz renkli plastik bidonlara yerleştirilmektedir. Bazı üreticiler peynirlerin kaplara doldurulmasında cacık yerine peynir kırıntıları veya lor kullanmaktadır. Kapların ağız kısmının bez veya naylon poşet ile kapatılmasının ardından ters çevrilip toprağa gömülerek veya direkt olarak soğuk hava depolarında tutularak 3-6 ay kadar bu şekilde bekletilmesiyle olgunlaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir (Coşkun, 2005; TPE, 2018).

Otlu peynirin üretimindeki olgunlaştırma işlemi, peynire tipik bir yapı, aroma ve tadın kazandırıldığı biyokimyasal reaksiyonların gerçekleştiği önemli bir aşamadır. Bu süreçte gerçekleşen biyokimyasal olaylardan en önemlisi peynirde aroma ve tekstürün arzu edilen şekilde gelişmesinde doğrudan etkili olan proteolizdir (Hayaloğlu ve Fox, 2008). Van'da kuru tuzlama veya basma yöntemi ile elde edilen otlu peynirin genel olarak daha çok tercih edildiği belirtilirken (Coşkun, 2005) Bitlis'teki otlu peynir satıcılarından, pastörize edilen süttten yapıldığı için son zamanlarda salamura otlu peynirin

daha çok tercih edildiği, basma otlu peynirlerin daha az miktarda üretildiği öğrenilmiştir.

Türkiye’de yıllık peynir tüketimi kişi başına ortalama 3.2 kg iken, Van yöresinde tüketilen otlu peynirin kişi başına yıllık tüketiminin 14.7 kg olduğunun tespit edildiği (Coşkun, 2005) belirtilmiştir. Ancak Türkiye İstatistik Kurumunun web sayfasında yapılan aramada otlu peynir üretim ve tüketim miktarıyla ilgili herhangi bir veri bulunamamıştır. Bitlis otlu peynirinin üretim ve tüketim miktarının ne kadar olduğu ile ilgili de herhangi bir yerel ya da ulusal veri bulunmamasına rağmen ilde yaygın şekilde tüketildiği, üretilen otlu peynirlerin il dışına da gönderildiği bilinmektedir.

Peynire ilave edilen otlar, peynire sadece aroma ve tat vermekle kalmayıp, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri sebebiyle peynirin raf ömrünü de artırmaktadırlar (aktaran

Ocak ve Köse, 2015). Otlu peynirin sarımsak veya kekik kokusuna benzer bir kokusu ve tuzlu bir tadı vardır. Orta sertlikte ve küçük gözenekli yapıya sahiptir. Rengi beyaz-sarıdır (Akyüz ve Coşkun, 1991; Tekinşen, 1997). Otlu peynirin sarı rengi, kokusu ve tadı içine katılan otlardan dolayıdır. Genellikle sirmo tadı baskındır (Coşkun ve Tunçtürk, 1998).

Coğrafi işarete sahip olan Van otlu peynirinin dışında, çeşnili ve otlu peynirler grubunda Siirt otlu peyniri (sof, sirmo), Erzurum keçene otlu küp peyniri (sirmo), Hatay sürk peyniri (karanfil, çörekotu, karabiber, kimyon, kekik, kişniş, kırmızı biber, nane, küçük Hindistan cevizi, mahlep, yenibahar, zencefil, tarçın, sarımsak), Trabzon otlu peyniri (kekik, nane), Burdur Akçakatık peyniri (karanfil, çörekotu) (Gün ve Şimşek, 2006; Kamber, 2005; Çetinkaya, 2005; Güler, 2000; Ünsal, 1997) de bulunmaktadır.



Şekil 1. Bitlis otlu peyniri

Figure 1. Bitlis herby cheese

Daha çok geleneksel yöntemle üretilen otlu peynirlerin birçok probleminin olduğu bilinmektedir. Bu problemler arasında üretimde standardizasyonun hala tam sağlanamamış olması, üretiminde kullanılan alet ve ekipmanın gelişmiş teknolojiye sahip olmaması, otlu peynirlerin piyasaya sunulmasında hijyen kurallarına riayet edilmemesi başta gelmektedir (Hayaloğlu ve Fox, 2008). Bitlis otlu peyniri üretimde standart ve teknolojik üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ve endüstriyel üretiminin sağlanması gerektiğine dikkat çekmek amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

Bu çalışmadaki temel hedef Bitlis ilinde iki farklı yöntemle (salamura ve basma) geleneksel olarak üretilmiş olan otlu peynirlerin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin saptanması ve Bitlis otlu peynirlerinin belirlenen kalite parametrelerinin standartlara (Türk Standartları Enstitüsü (TSE) otlu peynir standardı (TS 13205), Türk Patent Enstitüsü (TPE) Van otlu peyniri coğrafi işaret (No: 405) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK) peynir tebliği) göre değerlendirilmesidir. Ayrıca literatürde otlu peynirler ile yürütülmüş bazı araştırma verilerinin standartlarda belirtilen değerler ve bulgularımız ile karşılaştırılarak benzer ve farklı yönlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada materyal olarak Bitlis ili Merkez, Tatvan ve Güröymak ilçelerindeki farklı satış noktalarından 2019 yılı sezonunda (ilkbahar ve yaz aylarında) geleneksel olarak üretilmiş olan ve Aralık ayında elde edilen salamura (S, 15 adet) ve basma (B, 15 adet) yöntemleriyle üretilmiş olan toplam 30 adet otlu peynir numunesi kullanılmıştır. Her bir peynir numunesinden 1'er kg temin edilmiştir. Salamura yöntemiyle

üretilmiş otlu peynir kalıpları steril kavanozlara salamurasıyla beraber, basma yöntemiyle üretilmiş otlu peynir kalıpları orijinal plastik bidonlarıyla ya da vakum paketlenerek alınıp analiz laboratuvarına getirilmiştir. Peynir numuneleri analizlerde kullanılıncaya kadar $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki soğutucuda muhafaza edilmiştir.

Metot

Bitlis otlu peynir örneklerinin; kuru madde miktarı gravimetrik yöntemle, yağ miktarı Gerber metoduyla, kül miktarı yakma metoduyla, tuz miktarı Mohr yöntemiyle (Kurt vd., 1996) ve protein miktarı AOAC (1995) 920.123 metodu kullanılarak mikro Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Analizler 3 paralel ve 2 tekrür olacak şekilde yürütülmüştür. Otlu peynirlerin besin bileşimi % olarak ifade edilmiş, yağ ve tuz miktarının kuru maddedeki % değerleri ayrıca saptanmıştır. Otlu peynirlerin yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (PYKN) TGK peynir tebliğinde (TGK, 2015) belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Standartlar

Bitlis otlu peynirlerinin besin kompozisyonu ve kimyasal bileşiminin standartlara göre değerlendirilmesinde TSE otlu peynir standardı (TS 13205) (TSE, 2016), TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret (No: 405) (TPE, 2018) ve TGK peynir tebliği (TGK, 2015) baz alınmıştır.

Bitlis otlu peyniri de Van otlu peyniri ile aynı şekilde üretildiği, özellikleri açısından Van otlu peynirine oldukça benzediği ve kendisine ait standart bir üretim yöntemi henüz olmadığı için TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret (No: 405) (TPE, 2018) tesciline göre de değerlendirilmesinin amacı; benzer ya da farklı yönleri ortaya konularak standart üretim yönteminin geliştirilmesinin önemine dikkat çekmektir.

Tablo 1. Otlu peynirin kimyasal özellikleri (TSE, 2016)

Table 1. Chemical properties of herby cheese (TSE, 2016)

Özellik	Değer
Süt yağı, kuru maddede, % (m/m), en az	45
Rutubet, % (m/m), en çok	60
Tuz (NaCl), kuru maddede, % (m/m), en çok	7.5
Bitkisel yağ	Bulunmamalı
Nişasta	Bulunmamalı
Natamisin	Yüzeyi 5 mm kalınlığında ayrılmış peynirde bulunmamalı
Aflatoksin M ₁ , (µg/kg), en çok	0.05

Tablo 2. Van otlı peynirinin sertlik derecesi ve kimyasal özellikleri (TPE, 2018)**Table 2.** Hardness and chemical properties of Van herby cheese (TPI, 2018)

Sertlik derecesi	Yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (PYKN) (%)		Tolerans (%)
Yarı sert	57 ≤ PYKN < 64		± 2
Özellik	Ortalama Değer	Alt Değer	Üst Değer
Kuru madde (%)	46.78	43.81	47.78
Protein (%)	22.17	20.60	25.52
Yağ (%)	17.29	16.75	19.21
Kül (%)	6.85	5.07	7.45
Tuz (%)	5.73	4.60	6.90
kcal/100 g	246	241	250
Kalsiyum (mg/100g)	378	352	394
Fosfor (mg/100g)	416	395	433
Sodyum (mg/100g)	1103	1057	1149
Potasyum (mg/100g)	180	173	189
Magnezyum (mg/100g)	33.40	32.10	34.30

Tablo 3. Sertlik derecesine ve süt yağı miktarına göre peynirlerin sınıflandırılması (TGK, 2015)**Table 3.** Classification of cheeses according to hardness and to the amount of milk fat (TFC, 2015)

Sertlik derecesi	(PYKN) Yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (%)	Tolerans (%)
Ekstra sert	PYKN < 49	
Sert	49 ≤ PYKN < 57	
Yarı sert	57 ≤ PYKN < 64	±2
Yarı yumuşak	64 ≤ PYKN < 70	
Yumuşak	PYKN ≥ 70	
Sınıfı	Kuru maddede süt yağı (%)	
Tam yağlı	45 ≤ süt yağı	
Yarım yağlı	25 ≤ süt yağı < 45	
Az yağlı	10 ≤ süt yağı < 25	
Yağsız	10 > süt yağı	

TSE Otlı Peynir Standardı (TS 13205)

TSE otlı peynir standardı (TS 13205)'na göre otlı peynirinin kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilen değerlere uygun olmalıdır (TSE, 2016).

TPE Van Otlı Peynir Coğrafi İşaret

TPE tarafından tescil edilen Van otlı peynir coğrafi işarete göre Van otlı peynirinin sertlik derecesi ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilen değerlere uygun olmalıdır (TPE, 2018).

TGK Peynir Tebliği

TGK peynir tebliğinde otlı peynirlerin nem ve tuz içeriklerinin nasıl olması gerektiği ile bir bilgi olmadığı için Bitlis otlı peynirleri yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (PYKN) ve

kuru maddedeki yağ miktarına göre değerlendirilmiştir. TGK peynir tebliğinde sertlik derecesine ve kuru maddedeki süt yağı miktarına göre peynirlerin sınıflandırılması Tablo 3'te belirtildiği şekildedir (TGK, 2015).

Bulgular ve Tartışma

Salamura (S) ve basma (B) yöntemiyle üretilmiş geleneksel Bitlis otlı peynirlerinin besin kompozisyonu (%) ve enerji değerindeki değişimler Tablo 4'te, kuru madde (KM) miktarı, KM'de yağ miktarı (%), PYKN (%) ve tuz miktarı (% ve KM'de %) 'ndaki değişimler Tablo 5'te gösterilmiştir. Çalışmada elde edilen değerler materyal ve metot kısmında belirtilen standartlarla ve otlı peynirler ile daha önceden yürütülmüş araştırmalar ile karşılaştırılıp sonuçlar tartışılmıştır.

Tablo 4. Bitlis otlu peynirlerinin besin kompozisyonu ve enerji değerindeki değişimler**Table 4.** Changes in the nutritional composition and energy value of Bitlis herby cheeses

Örnek Kodu	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal/100 g)
S1	52.40±0.30*	<i>4.37** ±0.15</i>	21.70±0.52	19.11±1.05	2.42±0.81	281.43±2.49
S2	49.51±0.39	6.46±0.13	22.40±0.61	19.22±0.66	2.41±0.19	281.10±2.14
S3	50.98±0.31	4.94±0.20	20.73±0.55	21.33±0.39	2.01±0.45	279.94±2.30
S4	52.60±0.99	5.42±0.10	22.07±0.06	18.11±0.70	1.80±0.47	278.25±3.92
S5	52.46±0.25	4.83±0.04	22.70±1.21	19.72±0.92	1.28±0.22	279.32±6.48
S6	47.78±0.67	8.30±0.05	26.37±0.55	15.68±0.10	1.87±0.53	307.51±4.88
S7	51.83±0.90	5.83±0.06	26.07±0.95	14.67±0.24	1.60±0.42	299.67±7.86
S8	55.60±0.37	9.81±0.40	19.70±0.61	12.83±0.89	2.06±0.56	236.87±5.15
S9	55.80±0.46	6.99±0.08	15.70±0.52	19.85±0.77	1.66±0.44	227.35±1.08
S10	51.41±0.22	6.92±0.26	22.70±0.52	16.30±0.81	2.66±0.47	280.16±3.46
S11	52.97±0.66	8.90±0.54	22.37±0.64	13.20±0.46	2.56±0.33	264.36±3.77
S12	53.61±0.76	8.53±0.27	21.03±0.95	14.75±0.44	2.09±0.32	256.63±8.68
S13	53.99±0.72	9.42±0.41	20.03±0.06	14.25±0.61	2.31±0.25	246.53±2.60
S14	49.50±1.54	8.97±0.09	21.07±0.06	18.27±1.24	1.69±0.29	269.45±6.33
S15	52.33±1.60	8.96±0.28	19.70±0.52	16.83±1.69	2.18±0.54	253.36±10.03
Min.	47.78±0.67	4.37±0.15	15.70±0.52	12.83±0.89	1.28±0.22	227.35±1.08
Max.	55.80±0.46	9.81±0.40	26.37±0.55	21.33±0.39	2.66±0.47	307.51±4.88
Ort.	52.22±2.20	7.24±1.83	21.56±2.55	16.94±2.68	2.04±0.53	269.93±22.38
B1	41.57±0.32	4.03±0.14	29.03±0.95	23.11±0.67	2.25±0.79	362.73±4.30
B2	44.76±0.83	6.35±0.09	22.43±0.58	23.97±0.65	2.49±0.28	307.73±5.56
B3	45.11±0.09	6.14±0.14	23.07±0.95	23.66±0.14	2.03±0.86	310.34±4.80
B4	49.79±0.62	6.20±0.25	20.07±0.95	22.06±1.15	1.89±0.64	276.38±2.12
B5	48.86±0.72	5.30±0.05	19.37±0.55	24.25±0.66	2.23±0.62	280.19±4.76
B6	44.96±0.67	6.00±0.04	26.73±0.55	20.11±0.70	2.20±0.12	329.84±4.25
B7	40.99±0.07	4.25±0.20	29.03±0.05	24.45±0.40	1.27±0.45	364.19±0.90
B8	45.24±1.30	5.85±0.61	25.37±1.18	22.19±1.24	1.35±0.80	322.45±8.69
B9	46.80±0.76	5.28±0.16	25.07±1.00	21.01±0.20	1.84±0.69	317.00±7.30
B10	41.68±1.17	5.80±0.57	30.07±0.95	20.56±0.34	1.89±0.43	360.40±10.66
B11	44.84±0.72	6.59±0.27	26.70±1.13	20.85±0.15	1.02±0.41	327.77±9.28
B12	47.58±0.10	7.23±0.23	21.37±1.18	22.11±0.33	1.71±0.40	287.59±9.00
B13	48.72±0.71	4.32±0.13	26.33±0.58	18.34±0.37	2.28±0.33	319.42±5.13
B14	44.09±0.45	6.50±0.11	25.07±1.00	22.96±0.45	1.39±0.91	322.98±6.76
B15	42.51±0.42	7.92±0.18	24.07±0.95	24.02±0.52	1.48±0.40	318.62±5.92
Min.	41.57±0.32	4.03±0.14	19.37±0.55	18.34±0.37	1.02±0.41	276.38±2.12
Max.	49.79±0.62	7.92±0.18	30.07±0.95	24.45±0.40	2.49±0.28	364.19±0.90
Ort.	45.17±2.77	5.85±1.08	24.92±3.24	22.24±1.81	1.82±0.65	320.51±27.13

*Belirtilen değerler ortalama ± standart sapma'yı ifade etmektedir.

**İtalik yazım standartlardan farklı olan değerleri ifade etmektedir.

Tablo 5. Bitlis otlu peynirlerinin kuru madde (KM) miktarı (%), KM’de yağ miktarı (%), PYKN (%) ve tuz miktarı (% ve KM’de %)’ndaki değişimler**Table 5.** Changes in dry matter (DM) amount (%), fat amount in DM (%), CHMM (%) and salt amount (% and % in DM) of Bitlis herby cheeses

Örnek Kodu	KM (%)	Yağ (KM’de %)	PYKN (%)	Tuz (%)	Tuz (KM’de %)
S1	47.60±0.30*	45.58±1.07	66.92±0.52	4.64±0.11	9.76**±0.30
S2	50.49±0.39	44.37±1.54	63.80±0.99	4.69±0.00	9.28±0.07
S3	49.02±0.31	42.31±1.38	64.32±0.83	4.15±0.06	8.48±1.17
S4	47.40±0.99	46.57±0.86	67.50±1.22	4.85±0.07	10.24±0.33
S5	47.54±0.25	45.64±2.44	67.01±0.93	4.75±0.06	10.01±0.17
S6	52.22±0.67	50.50±0.80	64.89±0.70	8.25±0.16	15.80±0.25
S7	48.16±0.91	54.11±1.32	70.11±0.75	5.06±0.16	10.52±0.54
S8	44.40±0.37	44.36±1.12	69.24±0.33	9.66±0.14	21.76±0.29
S9	44.20±0.46	35.54±1.52	66.20±0.94	6.38±0.23	14.43±0.53
S10	48.59±0.22	46.72±0.86	66.51±0.19	6.15±0.08	12.65±0.14
S11	47.03±0.66	47.57±1.93	68.23±1.33	3.35±0.03	7.13±0.17
S12	46.40±0.76	46.37±3.00	67.88±0.32	2.98±0.03	6.44±0.11
S13	46.01±0.72	45.32±1.36	67.51±0.94	2.19±0.03	4.76±0.02
S14	50.00±1.54	43.55±0.81	63.34±1.91	3.84±0.03	7.69±0.30
S15	47.67±1.60	42.16±1.21	65.16±1.56	3.19±0.00	6.71±0.23
Min.	44.20±0.46	35.54±1.52	63.34±1.91	2.19±0.03	6.44±0.11
Max.	52.22±0.67	54.11±1.32	70.11±0.75	9.66±0.14	21.76±0.29
Ort.	47.78±2.20	45.04±4.25	66.58±2.10	4.94±1.95	10.37±4.25
B1	58.43±0.32	49.70±1.87	58.59±1.20	3.64±0.16	6.23±0.31
B2	55.24±0.83	40.61±0.71	57.71±0.80	6.48±0.08	11.73±0.12
B3	54.89±0.09	42.02±1.80	58.64±0.84	5.87±0.09	10.70±0.17
B4	50.21±0.62	39.98±2.36	62.30±1.49	5.87±0.17	11.70±0.30
B5	51.14±0.72	37.87±0.90	60.59±0.75	4.80±0.15	9.39±0.40
B6	55.04±0.67	48.57±1.04	61.36±0.92	5.88±0.08	10.68±0.27
B7	59.00±0.07	49.20±0.08	57.76±0.08	5.58±0.17	9.46±0.28
B8	54.76±1.30	46.31±1.08	60.61±0.78	5.12±0.14	9.36±0.34
B9	53.20±0.76	47.11±1.32	62.46±0.46	4.66±0.00	8.76±0.13
B10	58.32±1.17	51.55±1.11	59.59±1.20	5.45±0.29	9.35±0.32
B11	55.16±0.72	48.39±1.40	61.17±0.03	5.65±0.06	10.24±0.17
B12	55.42±0.10	40.74±1.64	60.50±0.70	8.82±0.06	16.83±0.43
B13	51.28±0.71	51.36±1.09	66.14±0.92	3.35±0.08	6.53±0.23
B14	55.91±0.45	44.83±1.46	58.84±0.33	5.01±0.12	8.96±0.21
B15	57.49±0.42	41.86±1.62	55.98±0.77	7.55±0.06	13.13±0.02
Min.	50.21±0.62	37.87±0.90	55.98±0.77	3.35±0.08	6.23±0.31
Max.	59.00±0.07	51.55±1.11	66.14±0.92	8.82±0.06	16.83±0.43
Ort.	54.83±2.77	45.34±4.55	60.15±2.50	5.58±1.34	10.20±2.53

*Belirtilen değerler ortalama ± standart sapma’yı ifade etmektedir.

**İtalik yazım standartlardan farklı olan değerleri ifade etmektedir.

Bitlis Otlu Peynirinin TSE Otlu Peynir Standardına Göre Değerlendirilmesi

Bitlis otlu peynir örneklerinin besin bileşimi bulgularına (Tablo 4) göre nem miktarı salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 52.22 ± 2.20 iken basma otlu peynir örneklerinde ortalama 45.17 ± 2.77 olarak bulunmuştur. Bu bulgular TSE otlu peynir standardındaki (TSE, 2016) belirtilen değerlerle (Tablo 1) karşılaştırıldığında sonuçların birbirleriyle paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Literatürde bulunan farklı zamanlarda gerçekleştirilmiş otlu peynirlerle ilgili araştırmalardaki (Tarakçı vd., 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2008; Özrenk vd., 2009; Temiz vd., 2009; Andıç vd., 2010; Emirmustafaoğlu ve Coşkun, 2012; Şenel vd., 2012; Tunçtürk vd., 2014) nem değerlerinin TSE standardına uygun olduğunun bulunması araştırmamızın bulgularıyla da tutarlıdır.

TSE otlu peynir standardında (TSE, 2016) belirtilen nem değeri (Tablo 1) baz alınarak hesaplanan kuru madde miktarına göre otlu peynirlerin kuru madde miktarının en az %40 olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu durumda Bitlis otlu peynir numunelerinin kuru madde miktarının 44.20 ± 0.46 - 59.00 ± 0.07 arasında değişmesi sebebiyle standartla uyumlu olduğu görülmüştür. Peynirin kuru madde miktarı sütün kuru madde miktarıyla doğrudan ilişkilidir. Koyun sütünün kuru madde miktarı inek sütünden %50 daha fazla olduğu (Fox vd., 1998) için kuru madde miktarı yüksek olan otlu peynirlerde koyun sütü daha fazla miktarda kullanılmış olabilir.

Kuru maddede yağ oranları ise salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 45.04 ± 4.25 , otlu basma peynir örneklerinde ise ortalama 45.34 ± 4.55 olarak saptanmıştır (Tablo 5). TSE otlu peynir standardına (TSE, 2016) göre otlu peynirlerin kuru maddede en az %45 süt yağı içermesi gerektiği, yani tam yağlı peynir kategorisinde olması gerektiği belirtilmiştir. Numunelere ait ortalama bulguların standartta belirtilen değerle (Tablo 1) uyumlu olduğu ve 15 numunenin tam yağlı peynir kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Ancak salamura otlu peynir örneklerinden altı numunenin ve basma otlu peynir örneklerinden ise yedi numunenin standarda uygun olmadığı bulunmuştur. Bunun sebebi peynirin üretildiği sütün içerdiği yağ oranının mevsimlere ve hayvanın yediği yem ve otlara göre farklılık göstermesi, sütün/sütlerin (koyun sütü, koyun sütü-inek sütü, koyun sütü-keçi sütü karışımı) yağ miktarının/miktarlarının farklı olması ve peynir üretiminde kullanılacak sütün taşınması gereken özellikler veya içermesi gereken yağ miktarı ile ilgili bir standardın olmaması ve geleneksel üretim sırasında sütteki yağ oranının standardizasyonunun yapılmaması olarak düşünülebilir. Yağ miktarı yüksek olan otlu peynirlerde koyun veya keçi sütüne daha yüksek oranda yer verilmiş olabilir.

TSE otlu peynir standardındaki (TSE, 2016) nem değerinden (Tablo 1) bulunan kuru madde miktarı ve kuru maddede süt yağı değerinden (Tablo 1) en az %18 olarak bulunan yağ miktarının bir numune dışında Bitlis otlu peynir örneklerinin yağ miktarları ile uyumluluk gösterdiği, kuru maddedeki yağ oranlarına göre oluşan farklılığın otlu peynirlerin kuru madde miktarlarındaki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Otlu peynirlerle yürütülmüş bazı araştırmalardaki kuru maddede yağ oranları hesaplandığında dört araştırmadan (Tarakçı vd., 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2008; Özrenk vd., 2009; Andıç vd., 2010) elde edilen değerlerin TSE otlu peynir standardında belirtilen değerlerden (TSE, 2016) farklı olduğu, yani incelenen otlu peynirlerin tam yağlı peynir kategorisinde yer almadığı bulunmuştur. Dört araştırmadan (Temiz vd., 2009; Şenel vd., 2012; Tunçtürk vd., 2014; Emirmustafaoğlu ve Coşkun, 2012) elde edilen kuru maddede yağ oranlarına göre ise otlu peynirlerin TSE standardına uygun olarak tam yağlı peynir kategorisinde bulunduğu saptanmıştır. Çalışmamızdaki Bitlis otlu peynirlerinin yarısının (15 adet) tam yağlı peynir kategorisinde, yarısının (15 adet) yarı yağlı peynir kategorisinde yer alması bahsedilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Bitlis otlu peynir numunelerinin kuru maddede tuz miktarının salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 10.37 ± 4.25 , basma otlu peynir örneklerinde ise 10.20 ± 2.53 olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Bu değerlerin TSE otlu peynir standardında (TSE, 2016) belirtilen değerden (Tablo 1) genel olarak yüksek olduğu ve altı numune haricinde standarda uygunluk göstermediği tespit edilmiştir. Otlu peynirlerle yürütülen diğer araştırmalarda (Tarakçı vd., 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2008; Özrenk vd., 2009; Temiz vd., 2009; Andıç vd., 2010; Emirmustafaoğlu ve Coşkun, 2012; Şenel vd., 2012; Tunçtürk vd., 2014; Ekici vd., 2019) da kuru maddede tuz miktarının TSE standardına uygun olmadığı bulunması çalışmamızla nispeten benzerlik göstermektedir. Gider (2006) peynirde yağ miktarı arttıkça peynire geçen tuz miktarının azaldığını belirtmiştir. Basma otlu peynir örnekleri kuru tuzlama yöntemiyle, standart bir tuz miktarı baz alınmadan üretildikleri ve bu peynirlerde yağ miktarının yüksek olmasının yanında protein miktarı da yüksek olduğundan dolayı ilave edilen tuz kazeine bağlanarak peynir matriksinin gözeneklerine yerleşmekte ve yağ globüllerinin matriksteki bu gözenekleri kapatmasıyla olgunlaşma süresi uzadıkça tuz oranının da artmasına neden olabilmektedir (Guinee, 2004).

TSE otlu peynir standardındaki (TSE, 2016) nem değerine (Tablo 1) göre hesaplanan kuru madde miktarı (en az %60) ve kuru maddede tuz oranına (Tablo 1) göre hesaplanan tuz miktarının (en çok %3) çalışmamızdaki Bitlis otlu peynirlerinin ve diğer araştırmalardaki (Tarakçı vd., 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2008; Özrenk vd., 2009; Temiz vd., 2009; Andıç

vd., 2010; Emirmustafaoğlu ve Coşkun, 2012; Şenel vd., 2012; Tunçtürk vd., 2014; Ekici vd., 2019) otlu peynirlerin tuz miktarlarının oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

Bitlis Otlı Peynirinin TPE Van Otlı Peyniri Coğrafi İşaretine Göre Değerlendirilmesi

Bitlis otlu peynirlerinin kuru madde miktarı salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 47.78 ± 2.20 , basma otlu peynir örneklerinde ise ortalama 54.83 ± 2.77 olarak bulunmuştur (Tablo 5). Salamura otlu peynir örneklerinin kuru madde miktarı TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen ortalama değerlerle (Tablo 2) altı numune dışında genel olarak uyumlu iken basma otlu peynir örneklerinin hepsinin kuru madde miktarının ilgili standarttaki üst değerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) $43.81-47.78$ olarak belirtilen kuru madde değerinin TSE otlu peynir standardına (TSE, 2016) göre en az %40 olarak ortaya çıkması, üst kuru madde değerinin belirtilmemesi çelişkilidir.

Numunelerin protein miktarının salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 16.94 ± 2.68 , basma otlu peynir örneklerinde ise ortalama 22.24 ± 1.81 olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Salamura otlu peynir örneklerinin protein miktarının TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen ortalama değerlerden (Tablo 2) nispeten düşük olduğu, yalnızca bir numunenin değerinin uyumlu olduğu görülmüştür. Basma otlu peynir örneklerinin protein miktarının ise üç numune haricinde ilgili standartla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Basma otlu peynir örneklerinde artan kuru madde miktarıyla beraber protein miktarının da arttığı görülmektedir. Koyun sütünde kuru madde ve protein (özellikle kazein) miktarı daha yüksek olduğu (Fox vd., 1998) için koyun sütü oranının yüksek olduğu otlu peynirlerin protein miktarı daha yüksek olabilir. Bitlis otlu peynirinden 100 g tüketilmesi durumunda sağlıklı, 70 kg ağırlığındaki yetişkin bir bireyin günlük protein ihtiyacının (58.1 g) (EFSA, 2012) $29.15-38.27$ 'sini ve dengeli bir beslenme (hayvansal protein:bitkisel protein=1:1) için gerekli olan hayvansal protein ihtiyacının ise yaklaşık $58.31-76.55$ 'ini karşılayabileceği söylenebilir.

Yağ miktarı salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 21.56 ± 2.55 , basma otlu peynir örneklerinde ise ortalama 24.92 ± 3.24 olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Salamura otlu peynir örneklerinin yağ miktarının TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen ortalama değerlerden (Tablo 2) bir numune dışında daha yüksek çıktığı tespit edilmiş, basma otlu peynir örneklerinin tamamının yağ miktarının ise söz konusu standarttaki üst değerden daha yüksek olmasıyla farklılık arz ettiği görülmüştür. Bunun sebebi

basma otlu peynir örneklerinin kuru madde miktarının da ilgili standarttaki üst değerden daha yüksek olmasına bağlanabilir.

Otlu peynirlerin tuz miktarı salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 4.94 ± 1.95 iken basma otlu peynir örneklerinde ortalama 5.58 ± 1.34 olarak tespit edilmiştir (Tablo 5). Salamura otlu peynir örneklerinden altı numunenin ve basma otlu peynir örneklerinden iki numunenin tuz miktarının TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen alt değer (Tablo 2) altında olduğu, hem salamura otlu peynir örneklerinden iki tanesinin hem de basma otlu peynir örneklerinden iki tanesinin ilgili standartta belirtilen ortalama tuz miktarından fazla olduğu anlaşılmıştır. Gider (2006) peynirin absorbe ettiği tuz miktarını süt yağının da etkilediğini, peynirlerde yağ miktarı arttıkça salamuradan tuz geçişinin yavaş olduğunu ve bu durumun süt yağının tuz absorpsiyonunu yavaşlatmasından kaynaklandığını bildirmiştir.

Bitlis otlu peynirlerinin kül miktarının salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 7.24 ± 1.83 , basma otlu peynir örneklerinde ortalama 5.85 ± 1.08 olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Salamura otlu peynir örneklerinden sadece beş tanesinin kül miktarının, basma otlu peynir örneklerinin kül miktarının ise dört numune haricinde TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen alt ve üst değerler aralığında (Tablo 2) bulunduğu gözlemlenmiştir. Basma otlu peynir örneklerinde yağ oranının yüksek olması tuz absorpsiyonunu azaltması sebebiyle kül miktarında azalmaya neden olabilir ve otlu peynir üretiminde kullanılan otların çeşidi ve miktarı da kül miktarını etkileyebilir.

TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen tuz miktarı ve kuru madde miktarına (Tablo 2) göre ortalama kuru maddede tuz miktarının %12.24 olarak bulunmasının TSE otlu peynir standardındaki (TSE, 2016) değer (%7.5) (Tablo 1) ile uyuşmadığı, ayrıca literatürdeki diğer otlu peynirlerin bileşiminin incelendiği çalışmalarda (Tarakçı vd., 2004; Tarakçı ve Küçüköner, 2008; Özrenk vd., 2009; Temiz vd., 2009; Andıç vd., 2010; Emirmustafaoğlu ve Coşkun, 2012; Şenel vd., 2012; Tunçtürk vd., 2014; Ekici vd., 2019) ve Bitlis otlu peynirlerinde bulunan tuz miktarının TSE otlu peynir standardına (TSE, 2016) göre en çok %3 olması gereken değer oldukça üstünde olduğu saptanmıştır. Bu bulgular otlu peynir üretiminde standart üretim yöntemlerinin oluşturulmasının ve uygulanmasının ne kadar önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Salamura otlu peynir örneklerinin ortalama kuru madde miktarının Tunçtürk vd. (2014)'nin çalışmasındaki kuru madde miktarına, basma otlu peynir örneklerinin ortalama kuru madde miktarının ise Andıç vd. (2010)'nin çalışmasındaki

kuru madde miktarına yakın olduğu tespit edilmiştir. Salamura otlu peynir örneklerinin ortalama kül miktarının Özrenk vd. (2009)'nin çalışmasındaki kül miktarına, basma otlu peynir örneklerinin ortalama kül miktarının Tunçtürk vd. (2014)'nin çalışmasındaki kül miktarına yakın olduğu saptanmıştır. Salamura otlu peynir örneklerinin ortalama yağ miktarının Tarakçı ve Küçüköner (2008)'nin çalışmasındaki yağ miktarına, basma otlu peynir örneklerinin ortalama yağ miktarının Şenel vd. (2012)'nin çalışmasındaki yağ miktarına yakın olduğu bulunmuştur. Salamura otlu peynir örneklerinin ortalama protein miktarının Temiz vd. (2009)'nin çalışmasındaki protein miktarına yakın olduğu belirlenmiştir. Bitlis otlu peynirlerinin tuz miktarlarının ise bahsedilen çalışmalardaki ilgili değerlerle benzerlik göstermediği görülmüştür.

Bitlis otlu peynirlerinin enerji değerlerinin salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 269.93 ± 22.38 kcal/100 g, basma otlu peynir örneklerinde ise ortalama 320.51 ± 27.13 kcal/100 g olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Salamura otlu peynir örneklerinin enerji değerlerinin iki numune dışında ve basma otlu peynir örneklerinin hepsinin enerji değerlerinin TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) belirtilen değerlerden (Tablo 2) genel olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Salamura otlu peynir örneklerinden sadece bir tanesinin enerji değeri ilgili standarda uygunluk göstermiştir. Bitlis otlu peynirlerinin enerji değerlerinin yüksek olarak ortaya çıkmasında numunelerin yağ miktarının yüksek olmasının etkili olduğu gözlemlenmiştir. Günlük enerji ihtiyacı minimum 2000 kcal olan sağlıklı yetişkin bir bireyin (FAO, 2001) kahvaltıda alması gereken enerji miktarının kabaca 400 kcal (%20'si) olması gerektiği kabul edilirse 100 g Bitlis otlu peyniri günlük enerji ihtiyacının %13.49-16.02'sini, kahvaltıda enerji ihtiyacının %67.48-80.12'sini karşılayabileceği söylenebilir.

Numunelerin PYKN değerleri salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 66.58 ± 2.10 , basma otlu peynir örneklerinde ortalama 60.15 ± 2.50 olarak bulunmuştur (Tablo 5). TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde (TPE, 2018) otlu peynirlerin yarı sert peynir kategorisinde sınıflandırıldığı belirtilmiştir (Tablo 2). Basma otlu peynir örneklerinden bir numune haricindekilerin, salamura otlu peynir örneklerinden ise sadece iki tanesinin ilgili standartta belirtilen toleranssız PYKN değerleri aralığında (yarı sert) olduğu görülmüştür. Toleranslı PYKN değerlerine göre ise; salamura otlu peynir örneklerinden beş tanesinin yarı sert peynir kategorisinde sınıflandırılabilmesi ortaya çıkmıştır. Salamura otlu peynir numunelerinde nem miktarı yüksek, yağ miktarı düşük olduğu için PYKN değerleri daha yüksek olmuştur.

Bitlis Otlu Peynirlerinin TGK Peynir Tebliğine Göre Değerlendirilmesi

Bitlis otlu peynirlerinin kuru maddede yağ miktarının salamura otlu peynir örneklerinde ortalama 45.04 ± 4.25 , basma otlu peynir örneklerinde ortalama 45.34 ± 4.55 olduğu saptanmıştır (Tablo 5). TGK Peynir Tebliğinde (TGK, 2015) belirtilen kuru maddede süt yağı miktarına göre peynirlerin sınıflandırılması çizelgesine (Tablo 3) bakıldığında salamura otlu peynir örneklerinin dokuz tanesinin ve basma otlu peynir örneklerinin sekiz tanesinin tam yağlı peynir kategorisinde olduğu, geriye kalan peynir numunelerinin ise yarı yağlı peynir sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Koyun ve keçi sütünün inek sütüne oranla daha yağlı olmasından (Fox vd., 1998) ve yaz aylarında elde edilen sütlerin ilkbahar aylarında elde edilenlere göre yağ miktarının yüksek olmasından, Bitlis otlu peynir üretiminde kullanılacak sütlerin taşınması gereken özellikler ve otlu peynir üretiminde standart bir yöntemin geliştirilmemiş olmasından dolayı geleneksel üretimde bu tür farklılıklar olması kaçınılmazdır.

Tunçtürk vd. (2014), Emirmustafaoğlu ve Coşkun (2012), Şenel vd. (2012), Temiz vd. (2009)'un çalışmalarında incelenen otlu peynirlerin kuru maddede süt yağı miktarına göre tam yağlı peynir kategorisinde bulunması, incelediğimiz 15 otlu peynir numunesi ile benzerlik göstermektedir.

TGK Peynir Tebliğinde (TGK, 2015) belirtilen toleranssız PYKN değerlerine (Tablo 3) göre; salamura otlu peynir örneklerinin iki numunenin haricinde yarı yumuşak peynir sınıfında, basma otlu peynir örneklerinin ise bir numune haricinde genel olarak yarı sert peynir sınıfında değerlendirileceği saptanmıştır.

Sonuç

Bitlis otlu peynirinin yağ, protein ve enerji değerleri açısından besinsel değerinin oldukça yüksek olduğu ve besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin üretim yöntemlerine (salamura ve basma) göre değiştiği belirlenmiştir. TSE otlu peynir standardı ve TPE Van otlu peyniri coğrafi işaret tescilinde belirtilen kalite parametreleri arasında farklılıklar bulunurken, TGK peynir tebliğinde ise otlu peynirlere yer verilmemiştir. Çoğu numunede otlu peynir standardındaki ortalama değerlerin üzerinde tespit edilen tuz miktarının Bitlis otlu peyniri tüketen kişilerde aşırı tuz alımına ve bununla ilişkili sağlık problemlerine sebep olabileceği dikkate alınmalıdır. Otlu peynirler ile yürütülmüş bazı araştırma verilerinin de standartlarda belirtilen değerlerle tamamen uyumlu olmadığı, bulgularımızla benzer şekilde değişkenlik gösterdiği, yani piyasada standartlara uygun olmayan otlu peynirlerin mevcut olduğu ortaya konmuştur. Van otlu peynirinde olduğu

gibi Bitlis otlu peyniri üretiminde de standart üretim yönteminin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmekte, evlerde veya çiftliklerde yapılan geleneksel üretimin yerine modern işletmelerde ticari üretimi teşvik edilmelidir. Yapılan bu araştırmadan sonra Bitlis'e özgü bu değerli ürünün ülke ve dünya çapında tanınması, standart ve teknolojik üretim yöntemlerinin geliştirilmesi için yetkililerce gerekli girişimlerde bulunulması faydalı olacaktır.

Etik Standart ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: Bu çalışma Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finanse edilmiştir (Proje No: BEBAP 2020.003).

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akyüz, N., Coşkun, H. (1991). Van otlu peynirlerin üretimi ve peynire katılan otların, peynirin çeşitli özellikleri üzerine etkileri. "Her Yönüyle Peynir" II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No:125.

Andıç, S., Gençlelep, H., Köse, F. (2010). Determination of biogenic amines in herby cheese. *International Journal of Food Properties*, 13(6), 1300-1314.

<https://doi.org/10.1080/10942910903061869>

AOAC (1995). AOAC 920.123-1920, Nitrogen in cheese. Official methods of analysis, 16th Ed., Virginia, USA: Association of Analytical Chemists.

Coşkun, H. (2005). *Otlu peynir*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No. 31.

Coşkun, H., Tunçtürk, Y. (1998). Van otlu peyniri, Geleneksel Süt Ürünleri. V. Süt ve Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ, MPM Yayın No: 621, s.20-23.

Çetinkaya, A. (2005). *Yöresel peynirlerimiz*, 1. Baskı, Kars: Academic Book Production.

Çoksöyler, N., Özgökçe, F., Özrenk, E., Özkarslı, F., Öndül, E., Akbay, M., Gülbay, S., Özok, G., Çıplak, E. (2007). *Van ili geleneksel gıdaların envanterinin çıkarılması ve bunların gıda sanayimize yeni ürünler olarak kazandırılması*. İstanbul: İyi İşler Matbaacılık.

EFSA (2012). European Food Safety Authority panel on dietetic products, nutrition, and allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for protein. *EFSA Journal*, 10(2), 2557.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2557>

Ekici, K., Okut, H., Isleyici, O., Sancak, Y.C., Tuncay, R.M. (2019). The determination of some microbiological and chemical features in herby cheese. *Foods*, 8(1), 23.

<https://doi.org/10.3390/foods8010023>

Emirmustafaoğlu, A., Coşkun, H. (2012). Keçi sütü, inek sütü ve bu sütlerin karışımından yapılan otlu peynirlerde olgunlaşma boyunca meydana gelen değişimler. *Gıda*, 37(4), 211-218.

FAO (2001). Food and nutrition technical report series 1: Human energy requirements. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN: 9789251052129

Fox, P.P., McSweeney, P.L.H. (1998). *Dairy chemistry and biochemistry*. (No. 637 F6.). London: Blackie Academic & Professional. ISBN: 9783319374369

Gider, K. (2006). Beyaz peynirlerde tuz geçişini etkileyen bazı faktörlerin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Konya.

Guinee, T.P. (2004). Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 99-109.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00145.x>

Güler, M.B. (2000). Sürk üretiminde kullanılan katkı maddeleri. Süt mikrobiyolojisi ve katkı maddeleri. VI. Süt ve Süt ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Tekirdağ, s.443- 449.

Gün, İ., Şimşek, B. (2006). Burdur ilinde üretilen Akçakatık peynirlerinin yağ asitleri düzeyinin belirlenmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu*, s.511.

Hayaloğlu, A.A., Fox, P.F. (2008). Cheeses of Turkey: 3. Varieties containing herbs or spices. *Dairy Science Technology*, 88, 245-256.
<https://doi.org/10.1051/dst:2007015>

Kamber, U. (2005). *Geleneksel Anadolu peynirleri*. Ankara: Miki Matbaacılık.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. (1996). Süt ve mamülleri muayene ve analiz metodları rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 252/D, 238 s, Erzurum.

Ocak, E., Köse, Ş. (2015). Van otlı peynirinin üretimi ve mineral madde içeriği. *Gıda*, 40(6), 343-348.

Özrenk, E., Köse, Ş., Ekin, M. (2009). Van piyasasında satılan otlı peynirlerin bazı kimyasal özellikleri ve enerji değerleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, s.719-723.

Öztürk, A., Öztürk, S., Kartal, Ş. (2000). Van otlı peynirlerine katılan bitkilerin özellikleri ve kullanışları. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 7(2), 167-179.

Şenel, E., Yıldız, F., Yetişemiyen, A. (2012). Evaluation of the biogenic amine content and some chemical and microbiological properties of Urfa and Van herby cheeses. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(4), 537-544.
<https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5475>

Tarakçı, Z., Coşkun, H., Tunçtürk, Y. (2004). Some properties of fresh and ripened herby cheese, a traditional variety produced in Turkey. *Food Technology and Biotechnology*, 42(1), 47-50.

Tarakçı, Z., Küçüköner, E. (2008). Comparison of basic nutrients, mineral and heavy metal contents of herby dairy products. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(2), 216-219.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01411.x>

Tarakçı, Z., Temiz, H. (2009). A review of the chemical, biochemical and antimicrobial aspects of Turkish otlı (herby) cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 62(3), 354-360.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00495.x>

Tekinşen, O.C. (1997). *Süt ürünleri teknolojisi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.

Temiz, H., Tarakçı, Z., Aykut, U., Turhan, S. (2009). The fatty acid levels and physicochemical properties of herby brined cheese, a traditional Turkish cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1), 56-62.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2008.00450.x>

TGK (2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Resmi Gazete No: 29261, Ankara.

TPE (2018). Van Otlı Peyniri Coğrafi İşaret. Türk Patent Enstitüsü, Ankara.

TSE (2016). TS 13205 Otlı Peynir. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tunçtürk, Y., Ocak, E., Köse, Ş. (2014). Farklı süt ürünlerinden üretilen Van otlı peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile proteoliz profillerinde olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimler. *Gıda*, 39(3), 163-170.

<https://doi.org/10.5505/gida.66376>

Ünsal, A. (1997). *Süt uyuyunca, Türkiye peynirleri*. Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi A.Ş., Yapı Kredi Kültür Merkezi, 1. Baskı, 211s.

Kepek katkılı ekstrüde mısır çerezinin besleyicilik ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması

Nazlı ŞAHİN¹, Nermin BİLGİÇLİ², Abdulvahit SAYASLAN¹

Cite this article as:

Şahin, N., Bilgiçli, N., Sayaslan, A. (2021). Kepek katkılı ekstrüde mısır çerezinin besleyicilik ve fonksiyonel özelliklerinin araştırılması. *Food and Health*, 7(2), 103-119. <https://doi.org/10.3153/FH21012>

¹ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Gıda
Mühendisliği Bölümü, Karaman,
Türkiye

² Necmettin Erbakan Üniversitesi
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya,
Türkiye

ORCID IDs of the authors:

N.Ş. 0000-0002-0963-8882
N.B. 0000-0001-5490-9824
A.S. 0000-0001-7161-1552

Submitted: 18.09.2020

Revision requested: 19.10.2020

Last revision received: 21.10.2020

Accepted: 31.10.2020

Published online: 19.02.2021

Correspondence:

Nazlı ŞAHİN

E-mail: nsahin@kmu.edu.tr



© 2021 The Author(s)

Available online at

<http://jfhscscientificwebjournals.com>

ÖZ

Mısır çerezleri en yaygın üretilen ve tüketilen çerez gıdalarındandır. Mısır irmiği kullanılarak üretilen ekstrüde çerezlerin besleyicilik ve fonksiyonel özellikleri oldukça zayıftır. Bu çalışmada ekstrüde mısır çerezi üretiminde buğday kepeği kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla ürünün fiziksel özellikleri (sertlik, kırılabilirlik, gevreklik, genleşme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik) dikkate alınarak Merkezi Kompozit Tasarımı - Yanıt Yüzey Metodu (MKT-YYM) yaklaşımıyla ekstrüzyon şartları optimize edilmiş (nem içeriği %14, kalıp sıcaklığı 120 °C, kepek: mısır irmiği oranı %10, mısır nişastası: kepek + mısır irmiği oranı %10) ve doğrulama çalışmaları yürütülmüştür. Daha sonra karışımın kepek oranı %10'dan %22'ye kademeli olarak artırılarak 4 farklı ürün elde edilmiştir. Optimum şartlarda üretilen (%10 kepek) ve kepek oranı kademeli olarak artırılarak üretilen (%13, 16, 19 ve 22 kepek) toplam 5 ürünün kimyasal bileşimleri (nem, protein, yağ ve kül) ve besleyicilik özellikleri (fitik asit, diyet lifi, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite) belirlenmiştir. Optimize edilen oranda (%10) kepek ilavesi ekstrüde çerezlerin fiziksel özelliklerini olumlu etkilerken, kepek katkılama oranının artması ürünlerin fiziksel özelliklerini kısmen zayıflatmıştır. Kepek katkı oranı yükseldikçe ekstrüde mısır çerezlerinin besleyicilik ve fonksiyonel özellikleri önemli düzeyde artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekstrüzyon Teknolojisi, Kepek, Besleyicilik, Fonksiyonel, YYM

ABSTRACT

Investigation of nutritional and functional properties of extruded corn snacks with bran addition

Corn snacks are commonly produced and consumed snack foods. The nutritional and functional properties of extruded snacks that were produced using corn semolina are rather poor. In this study, the effects of wheat bran addition to extruded corn snack formulation were investigated. For this purpose, the extrusion conditions were first optimized using Central Composite Design - Response Surface Methodology (CCD-RSM), based on the physical properties of the products (hardness, crispness, brittleness, expansion rate, apparent density and porosity). Upon optimization, the best extruded snack production conditions were determined (moisture content of the mixture 14%, die temperature 120°C, bran: corn semolina ratio 10%, corn starch: bran + corn semolina ratio 10%) and the results were verified via experimental studies. Then, the bran ratio of the mixture was gradually increased from 10% to 22% and 5 different extruded snacks with varying bran contents (10%, 13%, 16%, 19% and 22% bran) were produced. Chemical composition (moisture, protein, fat and ash) and nutritional properties (phytic acid, dietary fiber, total phenolic substance and total antioxidant capacity) of the extruded corn snacks with bran additions (ECSwBA) were determined. The addition of bran at the optimized rate (%10) positively affected the physical properties of extruded corn snacks. Further increase in the bran addition partially weakened the physical properties of corn snacks. However, as the bran addition ratio increased, the nutritional and functional properties of the extruded corn snacks increased significantly.

Keywords: Extrusion Technology, Bran, Functional, Nutritional, RSM

Giriş

Buğday tanesi yaklaşık %83 endosperm, %3 ruşeym ve %14 kabuk (kepek) içermektedir. Buğday kepeği fenolik bileşikler, vitaminler, mineraller, çözünmez lif ve protein bakımından zengindir (Hossain ve ark., 2013). Buğday kepeğinin düşük maliyeti, suda çözünmeyen lifleri yüksek oranda içermesi, düşük yoğunluğu ve yenilenebilir olması birçok alanda dolgu ve katkı maddesi olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Taj ve ark., 2007). Buğday kepeğinin içerdiği doğal fenolik ve antioksidan bileşikler fonksiyonel gıda üretimine katkı sağlarken, lif içeriğinin zengin olması diyabet, kanser ve kalp-damar hastalıklarının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Vaher ve ark., 2010).

Ekstrüzyon teknolojisi uygun nem içeriği ve partikül büyüklüğüne getirilmiş nişasta ve protein içeren karışımların, bir silindirin içerisinde dönen sonsuz vida yoluyla sağlanan mekanik kayma gerilimi, sıcaklık ve basınç ile nişastanın jelatinize, proteinlerin denatüre, lipidlerin modifiye ve enzimlerin inaktive olduğu modern bir gıda işleme teknolojisi olup; tek bir prostele karıştırma, pişirme, şekil verme ve kısmen kurutma gibi işlemlerin yapıldığı kompleks bir prostedir (Riaz, 2000; Yağci ve Göğüş, 2008). Bu teknoloji ile ekstrüde çerez gıdalar, makarna, kedi-köpek mamaları, katkı maddeleri, şekerleme, hazır çorba tozları ve bebek mamaları gibi geniş bir yelpazede ürünler üretilmektedir (Riaz, 2000). Ekstrüzyon teknolojisi Türkiye’de yaygın olarak ekstrüde çerez gıda üretiminde uygulanmaktadır.

Yapılan araştırmalar (Anonim, 2017), Türkiye’de çerez gıda sektöründe ciddi bir pazar payı olduğunu ortaya koymaktadır. Amerika’da yıllık kişi başı cips tüketimi 9 kg iken, İngiltere’de 5 kg, Ortadoğu ülkelerinde 3 kg ve Türkiye’de ise sadece 1 kg kadardır (Anonim, 2017). Genç nüfus bu gıdaları sıklıkla tükettiği için cips sektörüne talep de yükselmektedir. Patates ve mısır cipslerinin 16 yaşından 50 yaşlara kadar olan geniş bir yaş aralığında tüketicisi bulunurken, mısır cipslerinde daha çok 8-13 yaş grubundaki tüketicileri hedefleyen ürünlerin payı daha yüksektir (Anonim, 2017). Yapılan bir çalışmada (Uzun ve ark., 2007) tüketicilerin patates ve mısır cipslerinden aldıkları enerjinin sırası ile %34 ve %46’sı karbonhidrattan, %60 ve %48’i yağdan ve sadece %6’sı proteinden gelmektedir. Yağdan gelen enerji bu denli yüksek iken proteinden gelen enerjinin düşük olması dengesiz beslenmeye sebep olmaktadır. Gelişme dönemlerinin sağlıklı geçmesi için gençlerin tüketim alışkanlıklarının düzenlenmesi ve

sıklıkla tükettikleri gıdaları onlar için sağlıklı hale getirme çalışmaları yapılmalıdır.

Literatürde tahıl kepeklerinin ekstrüde çerezlerde kullanımı ile alakalı çok sayıda çalışma yer almaktadır. Gajgula ve ark. (2018), buğday ununa %0-10-20-30 oranlarında buğday kepeği ilave ederek ekstrüde ile ön pişirme işlemi gerçekleştirmişler; ön pişirme işlemi sonucunda çözünabilir diyet lifi içeriği %22’den %73’e kadar artarken, çözünmez diyet lifi içeriği azalmıştır. Sing ve ark. (2000), kırık pirinçleri buğday kepeği ile karıştırarak beslenme açısından dengeli ekstrüde ürünler üretmişlerdir. Kepek ilavesiyle ekstrüde edilmemiş karışımın kalsiyum, fosfor, demir, bakır, tiamin ve riboflavin içerikleri artmıştır. Ancak fitik asit ve tripsin inhibitörü gibi antibesinsel faktörlerde de artış olmuştur. Ekstrüzyon sonrasında ise tiamin, riboflavin ve lisin içeriğinde azalma olurken, antibesinsel maddelerde de azalma meydana gelmiştir. Makowska ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada, yulaf, çavdar ve buğday kepeklerini %20 ve %40 oranlarında mısır irmiği ile karıştırarak mısır çerezleri üretmişler; çerezlerin fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve viskozite özelliklerini incelemişlerdir. %20 kepek oranı ile hazırlanan ekstrüde çerezlerin diyet lifi içeriği ve duyuşsal özellikler açısından yeterli düzeyde olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak çalışmada üretilen çerezlerin besinsel, fonksiyonel ve antibesinsel özellikleri verilmemiştir.

Türkiye’de hem çerez gıda sektöründe bir büyümenin olması hem de bu alanda sağlıklı çerezlerin az olması sebebiyle bu çalışmada besinsel ve fonksiyonel özellikleri yüksek buğday kepeği katkılı ekstrüde mısır çerezi üretilerek genç kuşağın tükettiği gıdaların daha sağlıklı hale getirilmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan kepek Sosyete Un A.Ş.’den (Karaman) alınmıştır. Kepek çekiçli değirmende (Loyka, Türkiye) öğütülerek, 500 mikrometre elekten geçirildikten sonra kullanılmıştır. Mısır irmiği, Değirmenci Tarım Gıda Mısır Unu Fabrikası’ndan (Gaziantep), mısır nişastası Abdullah Serin Gıda San. Ltd. Şti.’den (Karaman) temin edilmiştir.

α -amilaz (3000 U/mL), proteaz solüsyonu (350 tirozin U/mL), amiloglikozidaz (3300 U/mL) Megazyme (İrlanda)’dan, 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), MES-TRİS, fitik asit sodyum tuzu, demir (III) klorür heksahidrat Sigma-

Aldrich (St. Louis, MO, ABD)'den, 3,4,5-trihidroksibenzoik asit (gallik asit), Folin-Ciocalteu reaktifi, Merck (Almanya)'dan alınmıştır. Kullanılan diğer kimyasallar analitik standartta olup Sigma (Sigma Chemical Company, MO, ABD) ve Merck (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) firmalarından temin edilmiştir.

Yöntem

Deneme Deseni

Kepek katkılı ekstrüde mısır çerez (KKEMÇ) çalışmasında, Tablo 1'de görülen her biri 5 seviyeli ve 4 bağımsız değişkenli Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT) - Yanıt Yüzey Metodu (YYM) kullanılmıştır. Kepek:mısır irmiği oranı, karışımın nem içeriği, nişasta:kepek+mısır irmiği karışımı oranı, namlu (kalıp) sıcaklığı bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir. Çalışmada besleme hızı (2.5 kg/saat), vida hızı (400 dev/dk) ve ekstrüzyon kovan bölmesi sıcaklıkları (50, 60, 70, 90 ve 100°C) ön denemelerle belirlenmiş olup sabit tutulmuştur. Toplamda 30 deneme kombinasyonundan elde edilen fiziksel veriler (tekstür, genişleme oranı, görünür yoğunluk, gözeneklilik) optimizasyonda kullanılarak en iyi 5 ürün belirlenmiştir. Belirlenen en iyi ürünlerin kimyasal bileşimleri (nem, protein, yağ, kül ve toplam karbonhidrat) ve fonksiyonel özellikleri (diyet lifi, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve fitik asit) iki tekerrürlü olarak çalışılmıştır.

Ekstrüzyon Prosesi

Çalışmada laboratuvar tipi çift vidalı ekstrüder cihazı (Rondol Technology, İngiltere) kullanılarak çerez üretim denemeleri yapılmıştır. Üretim sırasında blokların sıcaklıkları cihaza monteli bir soğutma sistemi kullanılarak sağlanmıştır. Hammaddenin beslenmesi için gravimetrik besleyici kullanılmıştır. Elde edilen ekstrüde ürünler yaklaşık %3-5 nem içeriğine kadar etüvde (70°C / 2-3 saat) kurutulduktan sonra analiz edilmiştir.

Analiz Yöntemleri

Ekstrüde Ürünlerin Fiziksel Analizleri

Tekstür (sertlik, kırılabilirlik ve gevreklik) analizi

Ekstrüde ürünlerin tekstürel karakteristikleri TA-XT2i Texture Analyzer (Texture Technologies Corp., Godalming, Surrey, İngiltere) cihazı ve Texture Expert (version 2.03) programı yardımıyla (Veillard ve ark., 2003)'ne göre ölçülmüştür. Numuneyi sıkıştırmak için analiz cihazının koluna bağlı olan "Kramer shear cell" kullanılmıştır. Numune tamamen (%100) sıkıştırılarak kuvvet-deformasyon mesafesi kayıtlı edilmiştir. Analiz cihazının trigger kuvveti 5 g'dır. Bütün

numunelerin uzunluğu 8 cm olacak şekilde ayarlanmış olup her deneme için 10 paralel ölçüm yapılmıştır. Kuvvet-deformasyon eğrisinden elde edilen maksimum kuvvet sertlik, sıkıştırma sırasında gözlemlenen ilk belirgin pik ile en yüksek pik arasındaki lineer mesafe kırılabilirlik, bu iki mesafe arasında oluşan toplam pik sayısı ise gevreklik olarak değerlendirilmiştir (Samuel ve ark., 2005).

Genleşme oranı, gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk ve gözeneklilik

Ekstrüde ürünlerin genişleme oranları, ekstrüde ürünün çapının ekstrüdere takılı olan kalıp çapına bölünmesiyle bulunmuştur (Doğan, 2014). Ölçümler için elektronik kumpas kullanılmıştır. Ekstrüde çerez numunelerinin gerçek yoğunlukları (g/cm^3) gaz piknometresi (Accupyc 1340, Micromeritics Instrument Corporation, USA) kullanılarak belirlenmiştir (Doğan, 2014). Ekstrüde ürünlerin görünür yoğunluğu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Choudhury ve Gautam, 2003). Ürünlerin çap ve uzunluk boyutları kumpas ile ölçüldükten sonra çerezlerin birim uzunluktaki ağırlığı (yaklaşık 1 cm) tartılarak belirlenmiştir. Ekstrüde ürünlerden rastgele 10 tane seçilerek görünür yoğunluk belirlenerek ortalamaları alınmıştır. Ekstrüde ürünlerin gözenekliliği, görünür yoğunluk ve gerçek yoğunluk kullanılarak hesaplanmıştır (Choudhury ve Gautam, 2003).

$$\rho_y = 4/\pi d^2 l$$

(ρ_y : görünür yoğunluk (g/cm^3), d : ekstrüde ürünün çapı (cm), l : ürünün birim ağırlığındaki uzunluk (cm/g))

$$\text{Gözeneklilik} = 1 - (\rho_{\text{görünür}}/\rho_{\text{gerçek}})$$

Ekstrüde ürünlerin fiziksel analiz verileri YYM yönteminde modellenerek tekstürel özellikleri en iyi olan 5 ürün belirlenmiştir. Bu ürünlerde aşağıda verilen kimyasal ve fonksiyonel özellik analizleri yapılmıştır.

Hammadde ve en iyi beş ekstrüde üründe yürütülen kimyasal ve fonksiyonel analizler

Kepek, mısır irmiği ve ekstrüde ürünlerin nem içerikleri Uluslararası Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC)'nin 44-15A numaralı metodu takip edilerek etüvde kurutma yoluyla belirlenmiştir (AACC, 2000). Protein tayini için Kjeldahl metodu (AACC 46-12) kullanılmıştır (AACC, 2000). Toplam yağ içerikleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle (AACC Metot 30-25) belirlenmiştir (AACC, 2000). Bu işlem için Gerhardt otomatik ekstraksiyon sistemi (Soxtherm, Gerhardt, Almanya) kullanılmıştır. Kül içerikleri örneklerin kül fırınında (MF106, Nüve, Ankara) sabit ağırlığa gelinceye kadar 900 ±20°C'de yakılarak (AACC Metot 08-01) belirlenmiştir (AACC, 2000). Toplam Karbonhidrat miktarı hesap-

lama [Toplam Karbonhidrat (%) = 100 – % (Nem+Protein+Yağ+Kül)] yoluyla (Sayaslan ve Şahin, 2018) elde edilmiştir.

Kepek, mısır irmiği ve ekstrüde ürünlerin fitik asit tayinleri Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekler 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla (Hach Lange, DR 5000, Almanya) belirlenerek elde edilen sonuçlardan fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

Örneklerin toplam diyet lifi içerikleri AOAC 960.43 enzimatik-gravimetrik yöntemini esas alan yaklaşımla (AOAC, 2000) gerçekleştirilmiştir. Öğütülen ve 375 µm elekten geçirilen örnekler bir gece boyunca 105°C'de etüvde (Nüve, FN 055, Türkiye) kurutulmuştur. Örnekler 1.000 ±0.005 g hassasiyetle tartılmış ve erlen içerisine aktarılmıştır. Örneklerin üzerine 40 mL MES-TRIS tamponu (pH 8.2) ilave edilmiştir. Ardından 50 µl ısıya dayanıklı α-amilaz (3000 U/mL) ilave edilmiş ve 30 dk çalkalamalı su banyosunda (Daihan, WSB 45, Kore) 98-100°C'de inkübasyona bırakılmıştır. 10 mL destile su ile beherin kenarında kalan kalıntılar örneğe dahil edilmiş ve karışım 60°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan karışıma 100 µl proteaz solüsyonu (350 tirozin U/mL) ilave edilerek 60°C'de 30 dk çalkalamalı su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda karışıma 5 mL 0.561 N'lik HCl ilave edilerek pH 4.1-4.8 aralığına getirilmiştir. Uygun pH düzeyi ayarlandıktan sonra karışıma 200 µl amiloglikozidaz (3300 U/mL) ilave edilmiş ve 60°C'de 30 dk çalkalamalı

su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Celite 545 (1.000±0.005 g hassasiyetle) ile birlikte kurutulmuş ve sabit tartıma getirilmiş goach krozeleri (40-60 µm gözenekli) süzme işleminden önce yaklaşık 3 mL destile su ile yıkanmış ve ardından karışım vakum yardımıyla süzümüştür. Ardından 10 mL 70°C'lik destile su ile beherin içinde kalan kalıntılar yıkanarak örneğe dahil edilmiştir. Ardından örnekler 20 mL %95'lik etanol ve 20 mL aseton olmak üzere iki defa yıkanmış ve süzümüştür. Süzme işleminden sonra krozeler 105°C'lik etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve tartılmıştır Kurutulan örneklerde kül ve protein analizi gerçekleştirilmiştir. Tortu ağırlığından kül ve toplam protein miktarları çıkarılarak çözünmez diyet lifi miktarı hesaplanmıştır. Örneklerin hazırlanması ve enzimle muamele edilme süreci toplam diyet lifi analizinde de aynıdır. Amiloglikozidaz enzimi muamelesi sonucunda her bir örneğe 225 mL 60°C'ye önceden ısıtılmış %95'lik etanol eklenmiştir ve oda koşullarında 1 saat çöktürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Vakum uygulanarak süzme işlemi gerçekleştirilmiş olup beherde örnek kalmaması için %78'lik etanol ile yıkanmıştır. Daha sonra sırasıyla 30 mL %78 etanol, 30 mL %95'lik etanol ve 30 mL aseton ilave edilerek yıkama işlemi tamamlanmıştır. Krozeler kalıntı ile birlikte 105°C'de 1 gece boyunca etüvde kurutulmuştur. Tortu ağırlığından kül ve toplam protein miktarları çıkarılarak toplam diyet lifi miktarı hesaplanmıştır. Toplam diyet lifinden, çözünmez diyet lifi miktarı çıkarılarak çözünebilir diyet lifi miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 1. Kepek katkılı ekstrüde mısır çerezi (KKEMÇ) üretiminde kullanılan MKT-YYM bağımsız değişkenleri

Table 1. CCD-RSM independent variables used in production of extruded corn snacks with bran addition (ECSwBA)

	Kod	Değişken Yüzey Kodları				
		-α	-1	0	1	+ α
Kalıp sıcaklığı (°C)	A	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00
Nem içeriği (%)	B	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00
Kepek:Mısır irmiği oranı (%)	C	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
Mısır nişastası:Kepek + Mısır irmiği oranı (%)	D	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00

α=2

Kepek, mısır irmiği ve ekstrede ürünlerin toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteou yöntemi (Singleton ve ark., 1999) takip edilerek belirlenmiştir. Ekstrüde edilmiş ürünler blendırda (Waring, 8011 EB, ABD) öğütülerek 375 µm gözenekli elekten geçirilmiştir. Öğütülen örnekler santrifüj tüpüne tartılarak (1 g) üzerine 10 mL asitlendirilmiş metanol çözeltisi (HCl/metanol/su, 1/80/10, h/h) eklenerek 2 saat süreyle 200 dev/dak hızda oda sıcaklığında çalkalamalı inkübatörde (Daihan, WIS 20R, Kore) çalkalanmış ve santrifüjlenerek (Nüve, NF 1200, Türkiye) (1000×g, 10 dak) berrak ekstre elde edilmiştir. Daha sonra 250 µL 2N Folin-Ciocalteou fenol ayırıcı, 250 µL ekstrüde ürün ekstresi ve 5.75 mL saf su santrifüj tüpüne koyularak karıştırılmış ve oda sıcaklığında 8 dak süreyle bekletilmiştir. Son olarak 2.5 mL %7 sulu sodyum karbonat çözeltisi ve 5 mL saf su ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında 2 saat daha bekletildikten sonra 750 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüş; gallik asit standart çözeltileri kullanılarak toplam fenolik madde içerikleri hesaplanmıştır. Örneklerin antioksidan kapasiteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali engelleme gücü yöntemi takip edilerek (Brand-Williams ve ark., 1995) yapılmıştır. Analizlerde toplam fenolik madde tayini için hazırlanan ekstreler kullanılmıştır. Ekstrüde ürün ekstresinden 100 µl alınarak santrifüj tüpüne aktarılmış, üzerine 3.9 mL DPPH çözeltisi (6×10^{-5} mol/L) eklenerek karıştırılıp 30 dk süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletilmiş ve 515 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Asitlendirilmiş metanol çözeltisi kör, DPPH çözeltisi ise kontrol olarak kullanılarak örneklerin antioksidan kapasitesi hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucunda MKT ile elde edilen veriler YYM kullanılarak Design Expert 7.0 (Minneapolis, USA) programıyla analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kepek Katkılı Ekstrüde Mısır Çerezi (KKEMÇ) Üretiminin Optimizasyonu ve Doğrulanması

KKEMÇ üretimi MKT-YYM yaklaşımıyla (Tablo 1) optimize edilmiştir. Bu amaçla YYM ile oluşturulan deneme desenindeki şartlarda karışımlar hazırlanmış ve belirlenen bağımsız değişkenlere göre üretim gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). Kalıp sıcaklığı (110, 120, 130, 140 ve 150°C), nem içeriği (%12, %14, %16, %18 ve %20), kepek: mısır irmiği oranı (%0, %10, %20, %30 ve %40) ve mısır nişastası: kepek+mı-

sır irmiği oranı (%0, %10, %20, %30 ve %40) bağımsız değişkenler; sertlik, kırılabilirlik, gevreklik, genişleme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik ise bağımlı değişkenler yanıtlar (responses) olarak kabul edilmiştir.

MKT-YYM deneme deseninde elde edilen veriler sonucunda (Tablo 2) üretilen kepek katkılı ekstrüde mısır çerezlerinde sertliği en düşük, gevrekliği en yüksek, kırılabilirliği sertlik ve gevreklik ile uyumlu, genişleme oranı en yüksek, görünür yoğunluğu en düşük ve gözenekliliği en yüksek olan ürünü sağlayan bağımsız değişkenler Design-Expert programında modellenmiş; üretilen en uygun modeller, bunlara ait varyans analiz (ANOVA) sonuçları ve yanıtları etkileyen denklemler Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir. Ekstrüde mısır çerezi üretiminde tekstür özellikleri için en uygun modellerin 2FI ve kuadratik modeller olduğu ($p < 0.01$), genişleme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik için en uygun modelin 2FI model ($p < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Modellenen kepek katkılı ekstrüde mısır çerezlerinin tekstür (sertlik, kırılabilirlik ve gevreklik), genişleme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik değerleri için geliştirilen tüm modeller uyumsuzluk testini geçmiş ($p > 0.05$); belirleme katsayıları (R^2 : 0.92-0.93-0.99-0.92-0.96-0.94), düzeltilmiş belirleme katsayıları (R^2 : 0.91-0.91-0.99-0.88-0.95-0.93) ve tahminlenen belirleme katsayıları (R^2 : 0.88-0.85-0.98-0.83-0.94-0.92) yüksek olarak bulunmuştur.

Ekstrüde ürünlerin tekstür özellikleri ve genişleme oranları kesme kuvveti, sıcaklık ve nem içeriğinin interaksiyonuna bağlıdır. Ekstrüzyon sırasında sağlanan nem, genişleme ve reolojik özelliklerin kazanılmasında yardımcı kuvvet özelliğindedir (Yağcı, 2008). Yapılan çalışmalarda nem içeriğinin ekstrüde ürünlerin genişlemesinde en etkili parametre olduğu; nem içeriği arttıkça genişleme oranının önce arttığı daha sonra da azaldığı saptanmıştır (Ding ve ark., 2006). Bunun nedeni nem içeriği artan materyal ekstrüzyon sırasında silindirin içerisindeki akışa direnç göstererek kesme oranının artırması ve alıkonma süresinin uzayarak nişasta jelatinizasyonunun artmasıdır. Düşük nem içeriklerinde (<%14) ise sıcaklık ve kesme oranı çok arttığı için nişastada degradasyonu meydana gelmektedir (Colonna, 1989). Bu çalışmada da karışımın nem içeriğinin ürünün tekstürel ve fiziksel özellikleri üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 3, Tablo 4, Şekil 1 ve Şekil 2)

Tablo 2. KKEMÇ üretiminde kullanılan MKT-YYM bağımsız değişkenleri ve elde edilen yanıtlar**Table 2.** CCD-RSM independent variables used in production of ECSwBA and obtained responses

Çalışma No	Bağımsız Değişkenler				Yanıtlar					
	Kalıp sıcaklığı (°C)	Nem içeriği (%)	Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	Mısır nişastası oranı: Kepek + Mısır irmiği oranı (%)	Sertlik (N)	Kırılgenlik (N x s)	Gevreklik (pik sayısı)	Genleşme oranı	Görünür yoğunluk (g/cm ³)	Gözeneklilik
1	130.00	20.00	20.00	20.00	560.94	1226.56	11.50	2.00	0.29	0.79
2	120.00	14.00	30.00	30.00	544.51	1322.24	18.33	2.31	0.19	0.87
3	130.00	16.00	00.00	20.00	242.13	897.36	22.00	2.74	0.21	0.86
4	140.00	18.00	30.00	30.00	517.67	1334.08	14.20	2.58	0.21	0.86
5	120.00	18.00	10.00	10.00	428.16	1223.17	16.75	2.23	0.26	0.82
6	140.00	14.00	30.00	30.00	524.21	1625.55	20.50	2.56	0.18	0.87
7	120.00	18.00	10.00	30.00	388.92	1315.59	18.00	2.30	0.24	0.83
8	120.00	14.00	30.00	10.00	588.15	1154.77	14.50	2.31	0.19	0.87
9	130.00	16.00	20.00	20.00	455.79	1347.79	16.75	2.50	0.22	0.85
10	120.00	18.00	30.00	30.00	603.51	1183.36	13.00	2.12	0.23	0.84
11	120.00	18.00	30.00	10.00	597.35	1151.48	12.50	1.88	0.29	0.79
12	120.00	14.00	10.00	30.00	334.71	1589.02	27.00	2.63	0.19	0.86
13	120.00	14.00	10.00	10.00	344.33	1252.74	22.12	2.96	0.18	0.88
14	140.00	18.00	30.00	10.00	578.07	1228.99	12.75	2.03	0.29	0.79
15	130.00	16.00	40.00	20.00	640.00	1036.81	8.50	2.29	0.22	0.85
16	130.00	12.00	20.00	20.00	400.88	1483.72	24.67	2.70	0.15	0.89
17	140.00	14.00	30.00	10.00	561.86	1384.44	15.35	2.43	0.19	0.87
18	130.00	16.00	20.00	20.00	466.41	1377.25	16.50	2.44	0.20	0.86
19	140.00	18.00	10.00	10.00	441.67	1024.00	17.17	2.27	0.27	0.82
20	140.00	18.00	10.00	30.00	490.21	1244.51	18.67	2.44	0.24	0.84
21	140.00	14.00	10.00	10.00	333.91	1249.19	24.40	2.74	0.18	0.88
22	130.00	16.00	20.00	0.00	470.84	1180.33	18.33	2.36	0.25	0.83
23	150.00	16.00	20.00	20.00	413.69	1357.69	22.00	2.45	0.22	0.85
24	130.00	16.00	20.00	20.00	482.62	1350.03	16.50	2.48	0.22	0.85
25	130.00	16.00	20.00	40.00	437.04	1593.89	24.00	2.68	0.19	0.87
26	110.00	16.00	20.00	20.00	479.51	1374.04	18.50	2.32	0.22	0.86
27	130.00	16.00	20.00	20.00	467.21	1404.82	16.50	2.44	0.21	0.85
28	140.00	14.00	10.00	30.00	384.02	1550.97	30.75	2.81	0.18	0.85
29	130.00	16.00	20.00	20.00	472.18	1328.80	16.50	2.51	0.22	0.85
30	130.00	16.00	20.00	20.00	516.515	1379.75	16.00	2.23	0.24	0.84

Atıştırılabilirlik ekstrüde ürünlerde kalite kriteri olarak genleşmenin yüksek olması istenir. Genleşme oranı ürünün gevrekliği, su tutma kapasitesi ve suda çözünürlüğü ile ilişkilidir. Genleşme oranı hammaddenin bileşiminden etkilenmekte; protein ve yağ oranı arttıkça azalırken, nişasta içeriği arttıkça yükselmektedir (Özer ve ark., 2006). Nişasta, ekstrüzyon işlemi sırasında kimyasal ve yapısal değişikliklere uğrayarak ürünün fiziksel ve duyuşsal özelliklerini etkilemektedir (Bushuk, 2011). Nişasta ilavesinin üretilen kepek katkılı ekstrüde mısır çerezlerinin kırılgenlik, gevreklik, genleşme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik üzerine etkileri Tablo 3,

Tablo 4, Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Genleşme oranı kalıp sıcaklığının artması ile azalmıştır. Bunun sebebi yüksek sıcaklıkta nişasta yapısının dekstrinizasyon ve degradasyon gibi sebeplerle zayıflayarak bozulmasıdır (Doğan ve Karwe, 2003). Ayrıca, genleşme oranı ile yoğunluk arasında negatif korelasyon bulunmaktadır. Genleşme oranı ve yoğunluk, nişasta jelatinizasyonu ile yakından ilgilidir. Jelatinizasyon arttıkça genleşme oranı artarken yoğunluk azalmaktadır. Gözeneklilik ile yoğunluk arasında ise negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Yağcı ve Göğüş, 2008; Doğan, 2014). Genleşme oranı ürünün lif içeriğine bağlı olarak azalmaktadır. Lif

içeriği arttıkça sıkı, sert, gevrekliği düşük istenilmeyen tekstüre sahip ürünler ortaya çıkmaktadır. Buğday kepeğinin lif içeriğinin yüksek olması sebebiyle belli bir oranın üzerinde kullanılması tekstürel ve fiziksel özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Lif parçacıkları genleşme sırasında hava kabarcıklarının oluşmasını engelleyerek ürünün genleşmesini olumsuz etkilemektedir. Böylece yoğunluk artmakta ve spesifik hacim azalmaktadır (Jin ve ark., 1994).

MKT-YYM yaklaşımıyla optimize edilen ekstrüzyon şartlarında (kalıp sıcaklığı 120 °C, nem içeriği %14, kepek: mısır irmiği oranı %10, mısır nişastası: kepek + mısır irmiği oranı %10) mısır çerezi üretimi gerçekleştirilerek modellerin doğrulanması yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur. KKEMÇ için YYM yöntemi modelleriyle tahminlenen tekstürel ve fiziksel analiz sonuçları doğrulama denemelerinin sonuçlarıyla uyumlu ve istatistiksel olarak farksız ($p>0.05$) bu-

lunmuştur. Bu sonuç, KKEMÇ üretiminin YYM yoluyla optimizasyonunun uygun ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

YYM ile optimizasyonda istenirlik (desirability) değerinin yüksekliğine göre en iyi ürünleri sıralamaktadır. Bu ürünler içerisinde beklenen fiziksel özellikleri karşılayan ve istenirlik değeri yüksek ürün optimum ürün olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada istenirlik değeri en yüksek ilk 5 üründe kimyasal analizlerin yapılması planlanmıştır (Tablo 5). YYM'nin verdiği optimum değerlerin bağımsız değişkenleri birbirine çok yakın değerler olması sebebiyle en iyi ürünü belirlerken farklı bir yöntem uygulanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda program üzerinden kepek oranını %22'ye kadar artırarak en iyi ürüne benzer özelliklere sahip ürünler elde edilmiştir. Kepek katkı oranı %10-22 arasında en iyi ürünler elde edilebildiği için en iyi 5 ürün %10-13-16-19-22 olarak belirlenmiştir. Üretimden sonra bu 5 ürünün fiziksel analizleri ve doğrulamaları yapılmıştır (Tablo 7).

Tablo 3. KKEMÇ üretiminde tekstür özelliklerini etkileyen bağımsız değişkenlerin modellenmesi

Table 3. Modeling of independent variables affecting textural properties of ECSwBA

Kaynak	Sertlik			Kırlıganlık			Gevreklik		
	SD	F-değeri	p-değeri	SD	F-değeri	p-değeri	SD	F-değeri	p-değeri
Model	4	72.530	<0.0001	6	47.080	<0.0001	12	327.05	<0.0001
2FI	6	2.700	0.0455	-	-	-	-	-	-
<i>Kuadratik</i>				4	32.560	<0.0001	4	121.31	<0.0001
A - Kalıp sıcaklığı (°C)	-	-	-	-	-	-	1	82.69	<0.0001
B - Nem içeriği (%)	1	29.650	<0.0001	1	58.210	<0.0001	1	1391.13	<0.0001
C - Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	1	247.140	<0.0001	-	-	-	1	1559.40	<0.0001
D - Mısır nişastası oranı: Kepek + Mısır irmiği oranı (%)	-	-	-	1	83.68	<0.0001	1	314.41	<0.0001
A x B	-	-	-	1	6.61	0.0171	1	15.21	0.0012
A x C	1	7.370	0.0118	1	26.77	<0.0001	-	-	-
A x D	-	-	-	-	-	-	1	5.21	0.0287
B x C	1	5.94	0.0222	-	-	-	1	109.29	<0.0001
B x D	-	-	-	1	8.28	0.0085	1	86.34	<0.0001
A ²	-	-	-	-	-	-	1	132.32	<0.0001
B ²	-	-	-	-	-	-	1	22.19	0.0002
C ²	-	-	-	1	98.92	<0.0001	1	17.51	0.0006
D ²	-	-	-	-	-	-	1	206.61	<0.0001
Hata	25			23			17		
Model uygunsuzluğu	20	1.920	0.2419	18	4.26	0.0578	12	3.67	0.0806
Saf hata	5			5			5		
Toplam	29			29			29		
	R ² =0.92	Düzeltilmiş R ² =0.91	Tahminlenen R ² =0.88	R ² =0.93	Düzeltilmiş R ² =0.91	Tahminlenen R ² =0.85	R ² =0.99	Düzeltilmiş R ² =0.99	Tahminlenen R ² =0.98
Sertlik = 472.23 + 31.25 x B + 90.21 x C - 19.09 x (A x C) - 17.13 x (B x C)									
Kırlıganlık = 1382.64 - 80.75 x B + 96.82 x D - 33.34 x (A x B) + 67.07 x (A x C) - 37.30 x (B x D) - 96.10 x C ²									
Gevreklik = 16.46 + 0.7746 x A - 3.18 x B - 3.36 x C + 1.51 x D - 0.4069 x (A x B) + 0.2494 x (A x D) + 1.09 x (B x C) - 0.9694 x (B x D) + 0.9166 x A ² + 0.3753 x B ² - 0.3334 x C ² + 1.15 x D ²									

Tablo 4. KKEMÇ üretiminde genleşme oranı, görünür yoğunluk ve gözeneklilik değerini etkileyen bağımsız değişkenlerin modellenmesi**Table 4.** Modeling of independent variables affecting expansion rate, apparent density and porosity in production of ECSwBA

Kaynak	Genleşme oranı			Görünür yoğunluk			Gözeneklilik		
	SD	F-değeri	p-değeri	SD	F-değeri	p-değeri	SD	F-değeri	p-değeri
Model	9	24.23	< 0.0001	4	133.40	< 0.0001	4	101.69	< 0.0001
2FI	6	7.04	0.0005	6	10.40	< 0.0001	6	13.04	< 0.0001
A - Kalıp sıcaklığı (°C)	1	10.63	0.0039	-	-	-	-	-	-
B - Nem içeriği (%)	1	103.18	< 0.0001	1	424.30	< 0.0001	1	297.33	< 0.0001
C – Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	1	52.25	< 0.0001	-	-	-	-	-	-
D - Mısır Nişastası oranı: Kepek + Mısır irmiği oranı (%)	1	13.23	0.0016	1	51.43	< 0.0001	1	34.84	< 0.0001
A x C	1	5.91	0.0246	-	-	-	-	-	-
A x D	1	7.40	0.0132	-	-	-	-	-	-
B x C	1	6.78	0.0170	-	-	-	-	-	-
B x D	1	11.26	0.0031	1	42.30	< 0.0001	1	54.63	< 0.0001
C x D	1	7.40	0.0132	1	15.59	0.0006	1	19.96	0.0001
Hata	20			25			25		
Model uygunsuzluğu	15	0.5896	0.8038	20	0.4985	0.8784	20	0.8814	0.6254
Saf hata	5			5			5		
Toplam	29			29			29		
	R ² =0.92	Düzeltilmiş R ² =0.88	Tahminlenen R ² =0.83	R ² =0.96	Düzeltilmiş R ² =0.95	Tahminlenen R ² =0.94	R ² =0.94	Düzeltilmiş R ² =0.93	Tahminlenen R ² =0.92
Genleşme oranı = 2.42 + 0.0575 x A - 0.1792 x B - 0.1275 x C + 0.0642 x D + 0.0525 x (A x C) + 0.0588 x (A x D) + 0.0562 x (B x C) + 0.0725 (B x D) + 0.0587 (C x D)									
Görünür yoğunluk = 0.2187 + 0.0360 x B - 0.0125 x D - 0.0139 x (B x D) - 0.0084 (C x D)									
Gözeneklilik = 0.8483 - 0.0217 x B + 0.0074 x D + 0.0114 x (B x D) + 0.0069 (C x D)									

Tablo 5. Optimize edilen şartlarda üretilen en iyi ürünün (%10 KKEMÇ) ve kepek katkı oranı artırılarak üretilen ürünlerin (%13-16-19-22 KKEMÇ) istenirlik değerleri**Table 5.** The desirability values of the best product (10% ECSwBA) and the products containing increasing rates of bran (13-16-19-22% ECSwBA)

Ürünler	İstenirlik değerleri
%10 KKEMÇ	0.86
%13 KKEMÇ	0.81
%16 KKEMÇ	0.78
%19 KKEMÇ	0.76
%22 KKEMÇ	0.73

Table 6. Optimize edilen şartlarda üretilen en iyi ürünün (%10 KKEMÇ) tekstürel ve fiziksel analiz sonuçları ve doğrulamaları**Table 6.** Textural and physical analysis results and verifications of the best product (10% ECSwBA) produced under optimized conditions

Bağımsız değişkenlerin optimum değerleri					Sertlik (N)			Kırılgenlik (N x s)			Gevreklik (pik sayısı)		
Ürün	Kalıp sıcaklığı (°C)	Nem içeriği (%)	Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	Mısır Nişastası: Kepek + Mısır irmiği karışımı oranı (%)	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır
%10 KKEMÇ	120	14	10	10	250	293	379	1144	1231	1389	21.72	23.67	23.85
Bağımsız değişkenlerin optimum değerleri					Genleşme oranı			Görünür yoğunluk (g/cm ³)			Gözeneklilik		
Ürün	Kalıp sıcaklığı (°C)	Nem içeriği (%)	Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	Mısır Nişastası: Kepek + Mısır irmiği karışımı oranı (%)	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel veri	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır
%10 KKEMÇ	120	14	10	10	2.69	2.90	3.13	0.15	0.17	0.19	0.87	0.88	0.90

Table 7. Kepek katkı oranı artırılarak üretilen ürünlerin (%13-16-19-22 KKEMÇ) tekstürel ve fiziksel analiz sonuçları ve doğrulamaları**Table 7.** Textural and physical analysis results of the products containing increasing rates of bran (13-16-19-22% ECSwBA) and their verification

Bağımsız değişkenlerin optimum değerleri					Sertlik (N)			Kırılgenlik (N x s)			Gevreklik (pik sayısı)		
Ürünler	Kalıp sıcaklığı (°C)	Nem içeriği (%)	Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	Mısır Nişastası: Kepek + Mısır irmiği karışımı oranı (%)	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır
%13 KKEMÇ	120	14	13	10	290	357	415	1175	1218	1417	20.57	22.33	22.66
%16 KKEMÇ	140	14	16	30	345	399	467	1468	1596	1709	26.68	27.00	28.75
%19 KKEMÇ	140	14	19	30	372	447	492	1503	1624	1744	25.39	26.80	27.45
%22 KKEMÇ	140	14	22	30	397	433	517	1506	1417	1745	23.63	24.67	25.66
Bağımsız değişkenlerin optimum değerleri					Genleşme oranı			Görünür yoğunluk (g/cm ³)			Gözeneklilik		
Ürünler	Kalıp sıcaklığı (°C)	Nem içeriği (%)	Kepek: Mısır irmiği oranı (%)	Mısır Nişastası: Kepek + Mısır irmiği karışımı oranı (%)	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel veri ortalama	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır	%95 Güven aralığı- Alt sınır	Deneyisel değer	%95 Güven aralığı - Üst sınır
%13 KKEMÇ	120	14	13	10	2.61	2.82	3.03	0.16	0.17	0.19	0.86	0.88	0.89
%16 KKEMÇ	120	14	16	10	2.53	2.75	2.95	0.17	0.17	0.21	0.85	0.87	0.88
%19 KKEMÇ	140	14	19	30	2.51	2.71	2.92	0.17	0.17	0.20	0.85	0.88	0.88
%22 KKEMÇ	140	14	22	30	2.49	2.66	2.89	0.16	0.17	0.20	0.85	0.88	0.88

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Sertlik (N)

● Design points above predicted value

242,129 640

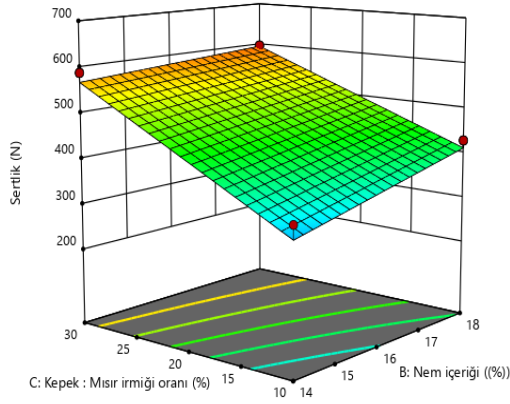
X1 = B: Nem içeriği

X2 = C: Kepek : Mısır irmiği oranı

Actual Factors

A: Kalıp sıcaklığı = 120

D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı = 10



Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Kırlanlık (N x s)

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

897,36 1625,55

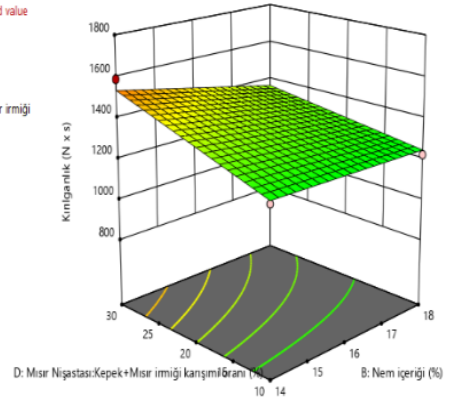
X1 = B: Nem içeriği

X2 = D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı

Actual Factors

A: Kalıp sıcaklığı = 120

C: Kepek : Mısır irmiği oranı = 10



Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Gevreklilik (pik sayısı)

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

8,5 30,75

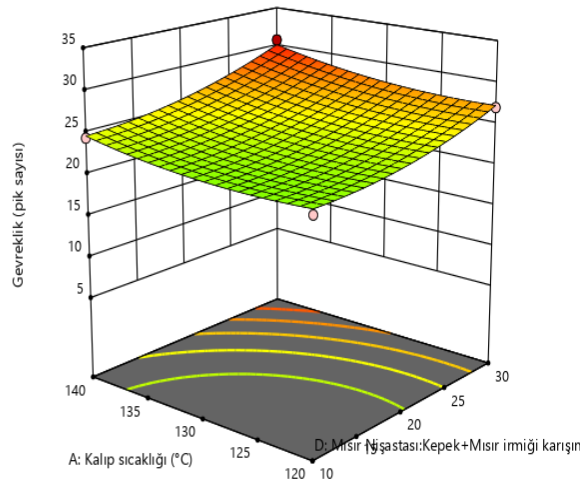
X1 = D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı

X2 = A: Kalıp sıcaklığı

Actual Factors

B: Nem içeriği = 14

C: Kepek : Mısır irmiği oranı = 10



Şekil 1. KKEMÇ üretiminin optimizasyonunda ürün sertliği, kırlanlığı ve gevrekliğini en çok etkileyen bağımsız değişkenlerin 3 boyutlu modellenmesi

Figure 1. 3D modeling of independent variables strongly affecting product hardness, crispness and brittleness in optimization of ECSwBA

Design-Expert® Software

Factor Coding: Actual

Genleşme Oranı

● Design points above predicted value

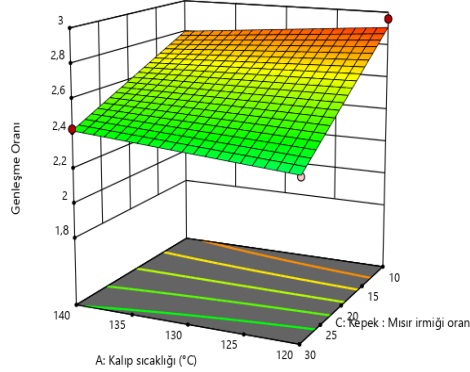
○ Design points below predicted value

1,88  2,96

X1 = A: Kalıp sıcaklığı

X2 = C: Kepek : Mısır irmiği oranı

Actual Factors

B: Nem içeriği = 14
D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı = 10

Design-Expert® Software

Factor Coding: Actual

Görünür Yoğunluk (g/cm³)

● Design points above predicted value

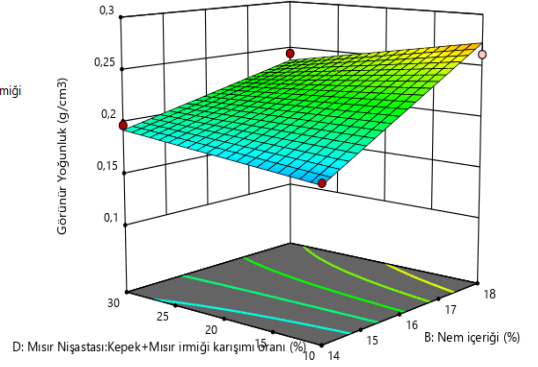
○ Design points below predicted value

0,1485  0,2966

X1 = B: Nem içeriği

X2 = D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı

Actual Factors

A: Kalıp sıcaklığı = 120
C: Kepek : Mısır irmiği oranı = 10

Design-Expert® Software

Factor Coding: Actual

Gözeneklilik

● Design points above predicted value

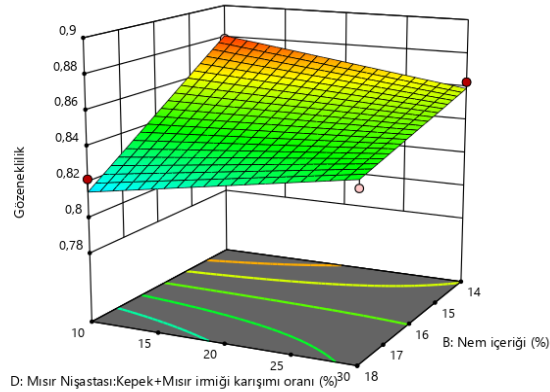
○ Design points below predicted value

0,795  0,885

X1 = B: Nem içeriği

X2 = D: Mısır Nişastası:Kepek+Mısır irmiği karışımı oranı

Actual Factors

A: Kalıp sıcaklığı = 120
C: Kepek : Mısır irmiği oranı = 10

Şekil 2. KKEMÇ üretiminin optimizasyonunda ürünün genleşme oranı, görünür yoğunluğu ve gözenekliliğini en çok etkileyen bağımsız değişkenlerin 3 boyutlu modellenmesi

Figure 2. 3D modeling of independent variables strongly affecting product expansion rate, apparent density and porosity in optimization of ECSwBA

Optimize Edilen Şartlarda Üretilen Kepek Katkılı Ekstrüde Mısır Çerezinin (KKEMÇ) Kimyasal Bileşimi ve Besleyicilik Özellikleri

Ekstrüde mısır çerezi üretiminde kullanılan hammaddelerin ve optimize şartlarda üretilen ürünün kimyasal analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Görüldüğü gibi, buğday kepeği kül, yağ, protein ve toplam fenolik madde özellikleri bakımında mısır irmiğinden üstün özelliklere sahiptir. Obadina ve ark. (2011), mısır irmiğinin nem, kül, yağ ve protein içeriklerini sırasıyla %14, %0.5 %0.8 ve %9 olarak bulmuşlardır. Buğday kepeğinde ise nem %8.51-14, kül %2.28-5.76 yağ %2.19-4.99, protein %9.6-17.11 arasında değişim göstermiştir (Kaur ve ark., 2012; Sobota ve ark., 2015; Cankurtaran, 2016).

Bu çalışmada buğday kepeğinin fitik asit içeriği 4142.6 ± 31.84 mg/100g, mısır irmiğinin ise 2147.30 ± 210.95 mg/100g olarak bulunmuştur. Bilgiçli ve İbanoğlu (2007) tarafından buğday kepeğinde 3116-5839 mg/100g arasında değişen fitik asit saptanmıştır. Tahılların doğal yapısında bulunan fitik asit, miyoinositol heksafosfat olarak bulunan organik bir bileşiktir. Embriyo kısmında düşük miktarda (%10) bulunurken, dış katmanlarda (%90) (perikarp ve aleuron) daha yoğun olarak bulunmaktadır (Stevenson ve ark., 2012). Fitatlar minerallerin çözünürlüğünü, işlevselliğini ve sindirilebilirliğini değiştirdiği için vücutta sindirilememekte ve antibesinsel madde olarak kabul edilmektedir (Rickard ve Thompson, 1997).

Antioksidanlar küçük konsantrasyonlarda ve özel koşullarda bile oksitlenebilir maddelerin oksitlenmesini engelleyici ya da geciktirici maddelerdir (Halliwell, 1990). Bu antioksidatif bileşenler, yaşamsal önemi olan DNA ve enzimleri farklı mekanizmalar sonucu oluşan oksidatif bozulmalara karşı korumaktadır (Vaheer ve ark., 2010). Biyolojik olarak aktif fito-kimyasallar birçok hastalık riskinin azalmasını sağlamaktadır (Singh ve ark., 2007). Bu çalışmada buğday kepeğinin mısır irmiğine göre daha yüksek toplam fenolik maddeye sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 8). Vaheer ve ark. (2010), buğday kepeğinin fenolik madde içeriklerinin 1258-3157 µg/g arasında değiştiğini raporlamışlardır. Moore ve ark., (2006) 20 farklı buğday kepeğinde yaptıkları çalışmada fenolik içeriklerini 2700 ile 3500 µg GAE/g arasında bulmuşlardır. Abozed ve ark. (2014), metanol kullanarak ekstrakte ettikleri buğday kepeklerinin toplam fenolik madde içeriğini 2,28 mg GAE/g, DPPH radikali engelleme gücünü (%), (km) 69.78 olarak bulmuşlardır. Sarfaraz ve ark. (2017), buğday kepeğinin toplam fenolik madde içeriğini 2.32 mg GAE/g, DPPH radikali engelleme gücünü (%), (km) 52.7 olarak hesaplamışlardır. Kulla-

nılan standartların ve çözücülerin farklı olması toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite içeriklerinin karşılaştırılmasını zorlaştırmasına rağmen bu çalışmada bulunan değerler literatür değerleri ile uyumlu çıkmıştır

Ekstrüde mısır çerezi üretiminde kullanılan hammaddeler ve kepek katkılı ekstrüde ürünlerin lifi içerikleri Tablo 10’da verilmiştir. Kepek katkılama oranı arttıkça ekstrüde ürünlerin toplam diyet lifi içeriklerinin yükseldiği görülmektedir. Curti ve ark. (2013), buğday kepeği diyet lifi içeriğinin %33.4-63 arasında değiştiğini bildirmişler. Sobota ve ark. (2015), buğday kepeği ve mısır irmiğinin toplam diyet lifi içeriğini, çözünmeyen diyet lifi ve çözünebilir diyet lifi içeriklerini %29.3-6.5, %25.4-5.4 ve %3.9-1.1 olarak hesaplamışlardır. Tahıl kepekleri önemli diyet lifi kaynağıdır. Buğday kepeği selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan suda çözünmeyen lifleri yüksek oranda içermektedir. Diyet lifleri gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunun devamının sağlanmasına katkı sağlarken, kandaki glikoz ve yağ emilimini azaltmakta, nişasta hidrolizini yavaşlatmakta kardiyovasküler hastalık riskini azaltmakta, bağırsaklardaki yararlı bakteriler için probiyotik özellik göstermekte, bağırsak ve fekal hacmini artırarak bağırsaktaki gıdaların transit süresini kısaltmaktadır. Bu sayede kabızlık, obesite, diyabet, apandisit, bağırsak kanseri ve kolon kanseri oluşum riskini düşürmektedir (Levi ve ark., 2001). Lifçe zengin gıdaların doyunluk sağlaması sebebiyle günlük 25-50 g diyet lifinin tüketilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Kepek katkılı ekstrüde mısır çerezlerinin günlük diyet lifi ihtiyacının karşılanmasında önemli bir atıştırma gıda olabileceği düşünülmektedir.

Kepek Katkı Oranının Optimum Şartların Üzerine Çıkarıl-masının Ekstrüde Ürün Özelliklerine Etkileri

Ekstrüde mısır çerezlerinde kepek katkılama oranı artırılarak üretilen 4 farklı ekstrüde mısır çerezlerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Kepek katkılama oranı artırılarak üretilen ürünlerin kül içeriklerinde de artış meydana gelmiştir. Üretilen kepek katkılı ekstrüde mısır çerezlerinin, mısır irmiğinden üretilen ekstrüde çerezlere göre protein miktarında artış meydana gelmiştir. Ancak, ekstrakte edilebilir yağ oranları ise beklenene göre düşük çıkmıştır. Ekstrüzyon sırasında biyopolimerleri oluşturan bileşenlerden nişastanın jlatinizasyonu, proteinlerin denatürasyonu ve çapraz bağlanması, amiloz ve lipitler arasında kompleks oluşumu, indirgen şeker varlığında meydana gelen Maillard reaksiyonu, polimerlerin ve diğer moleküllerin yıkım reaksiyonları gibi kimyasal değişimler meydana gelmektedir (De Pilli ve Alessandrino, 2018). Oluşan bu kompleks yapılar ekstrakte edilebilir yağ oranlarının azalmasına sebep olmaktadır. Diğer

tarafından, ekstrüzyon sürecinde hidrolitik enzimler denatüre olduğu için serbest yağ asitleri oluşmamakta (Camire, 2000) ve lipid oksidasyonu minimize olmaktadır. Böylelikle gıdalarda duyu ve besinsel kalite artmakta ve daha uzun raf ömrüne sahip ürünler elde edilmektedir (Singh ve ark., 2007).

Ekstrüzyon teknolojisiyle üretilen ürünlerde doğal toksinler ve antibesinsel maddeler ekstrüzyon koşullarında parçalandığı için gıdalardaki besinsel kalitede artış meydana gelmektedir (Ajita ve Jha, 2017). Hammaddeler ile karşılaştırıldığında, ekstrüzyon koşullarında çerezlerin fitik asit miktarında azalma meydana gelmiştir ancak kepek ilavesi ile ekstrüde çerezlerin fitik asit miktarı artmıştır (Tablo 9). Nwabueze (2007)'de Afrika ekmeği meyvesini, yağsızlaştırılmış soya fasulyesini ve mısırı tek vidalı ekstrüderden geçirerek ekstrüzyon proses parametrelerinin tripsin inhibitör aktivitesi ve diğer

antibesinseller üzerine etkisini araştırmıştır. Ekstrüde ürünlerde tripsin inhibitör aktivitesi, fitik asit ve tanin içeriğinde sırasıyla %91, %44 ve %92 oranlarında azalma meydana gelmiştir. Karışımın fitik asit içeriğinde %50 azalmasının sebebi, ekstrüzyon sırasında kullanılan yüksek sıcaklıklardan (120-170 °C) kaynaklanmadığı, bileşik olarak bulunan miyoinositol 1,2,3,4,5,6-heksakis dihidrojen fosfatın termal / kimyasal olarak parçalanmasıyla meydana gelebileceği düşünülmüştür. Sharma ve ark. (2004), pirinç kepeğini kuru sıcaklık ve ekstrüzyon ile stabilize etmişler ve pirinç kepeğinin fiziko-kimyasal, fonksiyonel özellikleri ve depolama stabilitesine üzerine çalışmışlardır. Ekstrüzyon sonucunda pirinç kepeklerinin fitik asit miktarında kuru sıcaklık uygulamasına göre daha çok azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Tablo 8. Hammaddeler ve KKEMÇ'lerin kimyasal analiz sonuçları

Table 8. Chemical analysis results of raw materials and ECSwBA

Ürünler	Nem (%)	Kül (% , km)	Yağ (% , km)	Protein (% , km)	Toplam karbonhidrat (% , km)	
Hammaddeler	Kepek	9.94±0.06	4.38±0.02	3.95±0.23	16.65±0.07	65.08±0.34
	Mısır İrmigi	10.58±0.06	0.42±0.04	0.93±0.09	7.75±0.07	80.33±0.13
Ürünler	%10 KKEMÇ	7.01±0.00 ab	0.82±0.01 d	0.16±0.02 b	9.20±0.00 bc	82.86±0.04 a
	%13 KKEMÇ	7.31±0.01 a	0.99±0.01 c	0.16±0.01 b	9.30±0.00 ab	82.25±0.02 b
	%16 KKEMÇ	7.19±0.06 ab	1.21±0.01 b	0.23±0.00 a	8.85±0.05 d	82.59±0.07 ab
	%19 KKEMÇ	6.87±0.17 b	1.20±0.03 b	0.26±0.04 a	9.10±0.00 c	82.73±0.11 a
	%22 KKEMÇ	6.51±0.25 c	1.35±0.01 a	0.28±0.01 a	9.35±0.05 a	82.68±0.28 a
	p	0.012	< 0.001	0.004	0.040	0.043

Tablo 9. Hammaddeler ve KKEMÇ'lerin fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizi sonuçları

Table 9. Phytic acid, total phenolic content and antioxidant capacity results of raw materials and ECSwBA

Ürünler	Fitik asit (mg/100g, km)	Toplam fenolik madde (mg GAE/100g,km)	Antioksidan kapasite (% , km)	
Hammaddeler	Kepek	4142.6±31.84	233.06±1.90	69.78±0.05
	Mısır İrmigi	2147.30±210.95	144.50±0.25	94.01±0.94
Ürünler	%10 KKEMÇ	968.11±0.00 d	26.53±0.47 e	75.23±1.61 c
	%13 KKEMÇ	1125.70±0.00 c	33.28±0.48 c	80.17±0.46 a
	%16 KKEMÇ	1314.3±27.86 b	30.55±0.48 d	79.61±0.11 a
	%19 KKEMÇ	1266.4±119.40 bc	39.24±0.48 b	78.97±0.25 bc
	%22 KKEMÇ	1587.3±47.76 a	42.13±0.00 a	77.33±0.09 b
	p	< 0.001	< 0.001	0.006

Tablo 10. Hammaddelerin ve KKEMÇ'lerinin çözünmez, çözünür ve toplam diyet lifi içerikleri**Table 10.** Insoluble, soluble and total dietary fiber contents of raw materials and ECSwBA

Örnekler	Çözünmez diyet lifi (% , km)	Çözünebilir diyet lifi (% , km)	Toplam diyet lifi (% , km)	
Hammaddeler	Kepek	28.85±0.05	2.84±0.40	31.69±0.36
	Mısır İrmigi	3.53±0.19	0.20± 0.29	3.73±0.48
Ürünler	%10 KKEMÇ	5.13±0.29 c	1.08±0.23 b	6.21±0.52 d
	%13 KKEMÇ	6.13±0.71 b	1.14±0.71 b	7.27±0.00 c
	%16 KKEMÇ	5.36±0.96 c	3.67±0.78 a	9.03±0.18 b
	%19 KKEMÇ	7.52±0.36 a	2.75±0.36 ab	10.27±0.00 a
	%22 KKEMÇ	7.46± 0.68 a	4.7±0.65 a	12.16±0.03 a

Ekstrüzyon teknolojisinde yüksek sıcaklık, basınç ve mekanik etkinin etkisi ile gıdaların besleyici ve fonksiyonel özellikleri üzerinde çeşitli değişikliklere ve reaksiyonlara sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak bu özelliklerinde artma ya da azalma meydana gelmektedir. Yapılan bir çalışmada %5-30 oranında dondurarak kurutulmuş domates posasının ekstrüde mısır çerezi üretiminde kullanarak, kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yüksek domates katkısının toplam fenolik madde içeriğini artırdığı, %20 oranında ilave etmenin, fiziksel özellikleri iyileştirdiği ve kabul edilebilir çerezler üretilebildiğini bildirmişlerdir (Wójtowicz ve ark., 2018) Yapılan bir başka çalışmada ekstrüzyon prosesinin adzuki fasulyesinin antioksidan ve alfa glikozidaz inhibisyonu üzerine etkisine çalışılmıştır. Ekstrüde edilmiş adzuki fasulyesi ekstrakti ile ekstrüde edilmemiş adzuki fasulyesi ekstrakti arasında polisakkarit içeriği, protein içeriği ve toplam flovonoid içeriği bakımından önemli bir fark bulunmazken, toplam fenolik madde ve DPPH yöntemi ile belirlenen toplam antioksidan içeriğinde ekstrüzyon sonrasında ciddi bir azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Yao ve Ren, 2014). Bu çalışmada kepek oranı artırılarak üretilmiş 5 ürünün toplam fenolik madde miktarları ve DPPH radikali engelleme gücü sırasıyla 26.53-42.13 mg GAE/100 gr, km ve %75.23-80.17 arasında çıkmıştır. Ekstrüzyon koşullarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriğinde azalma meydana gelmiştir ancak kepek ilavesi ile ekstrüde çerezlerin toplam fenolik madde ve DPPH radikali engelleme gücü ile belirlenen toplam antioksidan kapasite miktarında genel olarak bir artış meydana gelmiştir.

Ekstrüzyon koşulları gıdaların diyet lifi içeriklerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Üretim sırasında meydana gelen basınç ve mekanik kayma kuvveti çözünmez diyet liflerindeki bağları kopararak çözünmez liflerin çözünür forma geçmelerini sağlamaktadır. (Gualberto ve ark., 1997). Zhong ve ark. (2019), lüpen tohum kabuğunu ekstrüde ederek diyet lifi içeriğine etkisini araştırmışlar. Ekstrüzyon işlemi ile suda çözü-

nebilir diyet lifi içeriğinde ciddi bir artış olurken, çözünemeyen diyet lifi miktarında azalma meydana gelmiştir. Yapılan bir diğer çalışma da ise *Amaranthus caudatus* türünün 2 farklı çeşidinin ham ve ekstrüde edilmiş hallerinin diyet lifi ve diğer fonksiyonel özellikleri üzerine çalışmışlardır. Ekstrüzyon sırasında her iki çeşidinde toplam ve çözünmez diyet lif miktarında azalma meydana gelirken, çözünür diyet liflerinde ise bir artma meydana gelmiştir (Repo-Carrasco-Valencia ve ark., 2009).

Sonuç

Buğday kepeği buğday endüstrisinin önemli bir yan ürünüdür. Yapılan araştırmalar sonucu buğday kepeğinin fenolik bileşikler, vitaminler, mineraller, çözünmez lif ve protein bakımından zengin olduğu kanaatine varılmıştır. Bu özelliği sebebiyle farklı ürün gruplarında kullanım imkânı bulmuştur. Çerez gıda sektörü büyüyen bir ticaret hacmine sahiptir. Fakat üretilen ürünlerin besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin zayıf olması nedeniyle bu ürünlerin çeşitli katkı ve ingredientler kullanılarak geliştirilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışma da hem bu gıda grubunun geliştirilmesi hem de değerli bir yan ürün olan kepeğin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Kepek ilavesi ile üretilen ekstrüde mısır çerezlerinin, sadece mısır irmiğinden üretilen ekstrüde mısır çerezlerine göre kimyasal, besleyici, fonksiyonel özelliklerinde önemli seviyede artış meydana gelmiştir. Yaklaşık %10 oranında katkılama ekstrüde çerezlerin fiziksel özelliklerine olumlu bir katkı sağlarken, %13-22 arasında artan oranda katkılama yapmanın ekstrüde mısır çerezlerinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerini ciddi ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir. Bu oranlarda fiziksel özellikleri bir miktar daha zayıf ancak tüketici tarafından kabul edilebilir bir ürün elde edilirken, besleyici ve fonksiyonel özellikleri yönünden de iyi ürünler elde edilmiştir.

Etik Standart ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

AACC, American Association of Cereal Chemists, (2000). Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN, USA.

Abozed, S.S., El-Kalyoubi, M., Abdelrashid, A., Salama, M.F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant activities of various solvent extracts from whole wheat and bran. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 63-67. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.06.009>

Ajita, T., Jha, S.K. (2017). Extrusion cooking technology: Principal mechanism and effect on direct expanded snacks - An overview. *International Journal of Food Studies*, 6(1), 113-128. <https://doi.org/10.7455/ijfs/6.1.2017.a10>

Anonim. (2017). 30 Milyar Dolarlık Cips Pazarı Doğdu. *Doğuştan*, 12-13.

Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş. (2007). Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour-yoghurt mixture. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 681-686. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.012>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Bushuk, W. (2011). Wheat breeding for end-product use. In *Wheat: Prospects for Global Improvement* (pp. 203-211). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4896-2_27

Camire, M.E. (2000). Chemical and nutritional changes in food during extrusion. In *Extruders in Food Applications*. <https://doi.org/10.2307/1266454>

Cankurtaran, T. (2016). Dolgulu ve dolgusuz yaş makarna üretiminde buğday kepeği ve buğday ruşeymi katkısının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

Choudhury, G.S., Gautam, A. (2003). Hydrolyzed fish muscle as a modifier of rice flour extrudate characteristics. *Journal of Food Science*, 68(5), 1713-1721. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12318.x>

Colonna, P. (1989). Extrusion cooking of starch and starchy products. *Extrusion Cooking*, 247-319.

De Pilli, T., Alessandrino, O. (2018). Effects of different cooking technologies on biopolymers modifications of cereal-based foods: Impact on nutritional and quality characteristics review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(14), 556-565. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1544884>

Ding, Q.-B., Ainsworth, P., Plunkett, A., Tucker, G., Marson, H. (2006). The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *Journal of Food Engineering*, 73(2), 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.01.013>

Doğan, F., (2014). Nohut Bazlı Ekstrüde Ürünlerin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

Doğan, H., Karwe, M.V. (2003). Physicochemical properties of quinoa extrudates. *Food Science and Technology International*, 9(2), 101-114. <https://doi.org/10.1177/1082013203009002006>

Gualberto, D.G., Bergman, C.J., Kazemzadeh, M., Weber, C.W. (1997). Effect of extrusion processing on the soluble and insoluble fiber, and phytic acid contents of cereal brans. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51(3), 187-198. <https://doi.org/10.1023/A:1007941032726>

- Haug, W., Lantzsch, H. (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(12), 1423-1426.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341217>
- Hossain, K., Ulven, C., Glover, K., Ghavami, F., Simsek, S., Alamri, M. S., Kumar, A., Mergoum, M. (2013). Interdependence of cultivar and environment on fiber composition in wheat bran. *Australian Journal of Crop Science*, 7(4), 525.
- Jin, Z., Hsieh, F., Huff, H. E. (1994). Extrusion cooking of corn meal with soy fiber, salt, and sugar. *Cereal Chemistry*, 71(3), 227-234.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H.P.S., Dar, B.N. (2012). Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans. *Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 467-474.
<https://doi.org/10.1007/s13197-011-0294-3>
- Levi, F., Pasche, C., Lucchini, F., La Vecchia, C. (2001). Dietary fibre and the risk of colorectal cancer. *European Journal of Cancer*, 37(16), 2091-2096.
[https://doi.org/10.1016/S0959-8049\(01\)00254-4](https://doi.org/10.1016/S0959-8049(01)00254-4)
- Moore, J., Liu, J.-G., Zhou, K., Yu, L. (Lucy). (2006). Effects of genotype and environment on the antioxidant properties of hard winter Wheat Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(15), 5313-5322.
<https://doi.org/10.1021/jf0603811>
- Obadina, A. O., Oyewole, O. B., Archibong, U. E. (2011). Short Communication effect of processing on the qualities of noodles produced from corn grit and cassava flour. *International Food Research Journal*, 18(4), 1563-1568.
- Ozer, E. A., Herken, E. N., Güzel, S., Ainsworth, P., İbanoğlu, Ş. (2006). Effect of extrusion process on the antioxidant activity and total phenolics in a nutritious snack food. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 289-293.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01062.x>
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Peña, J., Kallio, H., Salmi-nen, S. (2009). Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 49(2), 219-224.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003>
- Riaz, M.N. (2000). Extruders in food applications. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781482278859>
- Rickard, S.E., Thompson, L.U. (1997). Interactions and biological effects of phytic acid. ACS Publications.
<https://doi.org/10.1021/bk-1997-0662.ch017>
- Samuel, L., Dogan, H., Kokini, J.L. (2005). Textural analysis method development for two-phase food products. 2005 IFT Annual Meeting, July 15-20-New Orleans, Louisiana.
- Sarfaraz, A., Azizi, M.H., Gavlighi, H.A., Barzegar, M. (2017). Physicochemical and functional characterization of wheat milling co-products: Fine grinding to achieve high fiber antioxidant-rich fractions. *Journal of Cereal Science*, 77, 228-234.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.021>
- Sayaslan, A., Şahin, N. (2018). Effects of fermented-chickpea liquor (chickpea yeast) on whole-grain wheat flour bread properties. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 10(2), 183-192.
<https://doi.org/10.3920/QAS2017.1225>
- Singh, S., Gamlath, S., Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(8), 916-929.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01309.x>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299, 152-178.
[https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sobota, A., Rzedzicki, Z., Zarzycki, P., Kuzawińska, E. (2015). Application of common wheat bran for the industrial production of high-fibre pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 111-119.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.12641>

Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., Walton, J. (2012). Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8), 1001-1013.

<https://doi.org/10.3109/09637486.2012.687366>

Taj, S., Munawar, M.A., Khan, S. (2007). Natural fiber-reinforced polymer composites. *Proceedings-Pakistan Academy of Sciences*, 44(2), 129.

<https://doi.org/10.1155/2015/243947>

Uzun, Ö., Yağmur, C., Özer, E.A. (2007). Türkiye'de Üretilen Bazı Patates Ve Mısır Cipslerinin Besin Bileşimi Ve Enerji Değerlerinin Belirlenmesi, Standartlara Ve Etiket Bilgilerine Uygunluğunun İncelenmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 35(2), 53-62.

Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K., Kalju-rand, M. (2010). Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties. *Procedia Chemistry*, 2(1), 76-82.

<https://doi.org/10.1016/j.proche.2009.12.013>

Veillard, P. V., Moraru, C. I., Kokini, J. L. (2003). Development of instrumental methods for the textural characterization of low moisture extrudates. IFT Annual Meeting, Chicago, IL.

Wójtowicz, A., Zalewska-Korona, M., Jabłońska-Ryś, E., Skalicka-Woźniak, K., Oniszczyk, A. (2018). Chemical characteristics and physical properties of functional snacks enriched with powdered tomato. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(3), 251-262.

<https://doi.org/10.1515/pjfn-2017-0028>

Yağcı, S., Göğüş, F. (2008). Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *Journal of Food Engineering*, 86, 122-132.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.09.018>

Yağcı, S. (2008). The use of durum clear flour in combination with hazelnut cake and different pomaces in the production of extruded food (Issue November). Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

Yao, Y., Ren, G. (2014). Suppressive effect of extruded adzuki beans (*Vigna angularis*) on hyperglycemia after sucrose loading in rats. *Industrial Crops and Products*, 52, 228-232.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.029>

Zhong, L., Fang, Z., Wahlqvist, M.L., Hodgson, J.M., Johnson, S.K. (2019). Extrusion cooking increases soluble dietary fibre of lupin seed coat. *LWT-Food Science and Technology*, 99, 547-554.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.018>

Effects of different types of herbs on colour and texture properties of Kashar cheese

Engin AYDIN¹, Zekai TARAKÇI²

Cite this article as:

Aydın, E., Tarakçı, Z. (2021). Effects of different types of herbs on colour and texture properties of Kashar cheese. *Food and Health*, 7(2), 120-127.

<https://doi.org/10.3153/FH21013>

¹ Giresun University Derele Vocational College Food Technology Department, Giresun, Turkey

² Ordu University Agricultural Faculty Food Engineering Department, Ordu, Turkey

ORCID IDs of the authors:

E.A. 0000-0003-4288-5911

Z.T. 0000-0002-3828-3232

Submitted: 22.05.2020

Revision requested: 29.09.2020

Last revision received: 15.10.2020

Accepted: 13.11.2020

Published online: 03.03.2021

Correspondence:

Zekai TARAKÇI

E-mail: zetarakci@hotmail.com



© 2021 The Author(s)

Available online at
<http://jfhscientificwebjournals.com>

ABSTRACT

In this study, six types of Kashar cheese, five with added herbs and one without any additives, which is determined as a control sample were produced. *Urtica dioica* L. (nettle), *Petroselinum crispum* (parsley), *Mentha piperita* (mint) and *Eruca vesicaria* (arugula), *Chaerophyllum byzantinum* Boiss. (mendek) were added to cheese clot in proportion as 0.1% amounting to 0.1-0.3 cm split particles depending on the milk used. Then, all the cheeses were vacuum-packed and ripened at $7 \pm 1^\circ\text{C}$ for 3 months, and their L^* , a^* , b^* colour values and textural parameters including resilience, hardness, elasticity, gumminess, cohesiveness, adhesiveness, and chewiness were determined using texture profile analyses (TPA). It was observed that neither cohesiveness, adhesiveness and elastic parameters of texture profile differed in terms of cheese type, nor important statistical difference was identified ($P > 0.10$), differences regarding the ripening process found out though ($P < 0.05$).

Keywords: Kashar cheese, Herb, Colour, Texture

Introduction

Cheese is consumed almost all over the World the main production steps include; Different types of milk get coagulated including cow, sheep, goat and buffalo. Then, whey is removed from the curd, which can be treated in various ways such as scalding, fermentation, salting etc. Finally, cheese is consumed either fresh or ripened. It has been reported that around 4000 varieties of cheese are produced in the world and many of these cheeses are reported to have little or no economic value due to their similarities. It is stated that the number of cheese produced in Turkey is around 200 types (Hayaloğlu and Fox, 2008). Kashar cheese, which is a semi-hard cheese, is one of the most important cheese varieties manufactured in Turkey. After the ripening period, it has a unique flavour, taste and aroma (Agboola and Radovanovic-Testic, 2002). Cheeses similar to this type are extensively manufactured in Balkan countries known as Kashkaval cheese and Kasseri cheese (Keceli et al., 2006). Proteolysis affects the level of intact casein, which is a major determinant of the firmness and fracture properties of cheese (Tarakçı and Küçüköner, 2006). The herbs are added on the curd weight. The herbs commonly used in cheese are as follows, *Allium* sp., *Chaerophyllum macropodium*, *Antriscus nemorosa*, *Silene vulgaris*, *Ferula* sp., *Prangos* sp., *Tymus* sp. and *Mentha* sp. They are added to cheese at different ratios (Tarakçı et al., 2005). These plants give the cheese its flavor and aid for the preservation of the cheese (Tarakçı and Akyüz, 2009). Tarakçı et al. (2004) indicated that more proteolysis and lipolysis occurred in the cheese samples made from raw milk and herb than the cheese samples made from pasteurized and cultured milk. The increase of the herb ratio (*Allium* sp.) in Van herby cheese caused more proteolysis and lipolysis. It has been reported that *Prangos* sp., *Ferula* sp., and *Chaerophyllum* sp., herbs affect the WSN, TCA-SN/TN and PTA-SN/TN ratios of cheeses (Tarakçı and Temiz, 2009). Proteolysis in cheese involves a complex and dynamic series of events. In order to better understand the development of proteolysis in cheeses, it is necessary to investigate the nitrogen fractions formed during ripening (Tarakçı et al., 2011). Semi-hard cheeses typically matured in less than three months, including natural herbs such as lemon blueberry (*Backhousia citrodora*), natural mint (*Prostanthera incisa*) and bush tomato (*Solanum centrale*) in some factories in Australia are produced (Ahmed and Johnson, 2000). In this study, it was aimed to determine the change that occurred during ripening by adding nettle, parsley, mint, arugula, and mendek on colour values and textural profile analyses of Kashar cheese.

Materials and Methods

Cow milk was obtained from a local dairy plant in Ordu, Turkey. Commercial rennet (1/16000) was obtained from Mayasan Company®, Istanbul. All spices were products of Bağdat Baharat Company (Kahramanmaraş, Turkey) and purchased from local markets.

Kashar Cheese Making

Raw milk was pasteurized at 75°C for 30 seconds and cooled to 32°C. Then milk was coagulated with rennet for 75 min. After coagulation, the curd was cut into 8-10 mm cubes with a wire knife and pressed for 120 min. While the sample cheese for control was produced without adding any herb, the others were processed to cheese by adding nettle (G1), parsley (G2), mendek (G3), mint (G4), and arugula (G5) powder as 0.1% according to the milk used. The Kashar cheese samples were salted with dry salt (the amount of dry salt used was 3% of cheese weight) and held 24h inside the salt. The cheese samples were vacuum-packed and ripened at 7±1°C for 90 days. Two replicates of cheese samples were prepared for each cheese type.

Color analyses: Colour measurements were performed using a colorimeter (Minolta Chroma Meter, CR-400, and Osaka, Japan). The L^* , a^* and b^* colour measurements were determined according to the CIE Lab colour space system. The L^* value is an indicator of luminosity (the degree of lightness from black to white). The a^* value is an indicator of green (-) and red (+), whereas b^* is an indicator of blue (-) and yellow (+). Three readings were taken for each sample and arithmetic means were calculated.

Texture profile analyses: For the texture analysis, the temperature of the cheeses was adjusted to 20 ± 2°C. The cheeses were cut into cubes with the dimensions of 20x20x20 mm with a cutting wire. Texture profile analyses (hardness, springiness, gumminess, cohesiveness, adhesiveness, resilience and chewiness) of cheese samples were performed using TA-XT2 (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK). Analysis conditions: P/36 aluminum cylinder probe (36 mm diameter, AACC) and cell strength 25 kg weight, test speed 0.4 mm/s, initial test speed 1.0 mm/sec, print 40 %, hold time 5 sec. (Everard et al., 2006).

Results and Discussion

Colour Changes in Cheese

L^* , a^* , b^* values given by the three-dimensional coordinate system. The value called L^* in this coordinate system is on the vertical axis; While a brightness (100) indicates going to darkness (0), $+a^*$ indicates redness, $-a^*$ greenness, $+b^*$ yellowness, and $-b^*$ refers to blueness (Luo, 2006). As can be seen in Table 1, the cheese with the lowest L^* value among the herb supplemented cheese varieties was mint added one (75.15 ± 7.75) on the 30th day, while Kashar cheese with arugula herb had the highest value on the 90th day as 91.23 ± 1.08 . As can be seen, it was found that there was no statistically significant difference between nettle, mendek and mint added cheeses ($P < 0.01$). It was also found that there is no difference between parsley cheese and arugula cheese. There was a significant difference at $P < 0.01$ level between L^* values of Kashar cheeses and a decrease at $P < 0.01$ level between periods with prolongation of ripening. Similar results were also obtained by Öksüz et al. (2001) and researchers such as Fırat (2006) and Gültür (2011) stated that Kashar cheese L^* values entered a deceleration during ripening.

There is a tendency towards green in terms of taking negative values of herb supplemented cheese varieties (Table 1). When observed during the ripening period, the lowest was 30th day with mint added cheese with a^* value of -0.90 ± 0.49 ; It was determined that the highest value was nettle cheese with -3.26 ± 0.20 on the 60th day. When the average a^* values of all herb supplemented Kashar cheese varieties were compared, mendek (G3) had the highest value of 2.51 ± 0.17 while mint-added (G4) Kashar cheese had the lowest value of -1.34 ± 0.34 (data not shown). When herb-added cheeses compared to control cheese, it observed that the tendency towards green was lower. The reason for this is that due to the dehydration of the color pigments and the loss of water with the drying of the herbs. The green color becomes a little brownish and this somewhat prevents it from becoming fully green. When these findings are interpreted, the interaction of cheese type and ripening time was statistically significant at the level of ($P < 0.01$). However, herbal supplement cheeses showed similar tendencies. There was statistically a significant difference in a^* value among nettle, parsley and arugula cheeses. According to the multiple comparison test data of Kashar cheese, the lowest value is in control cheese (-3.46 on 60th day) and the highest values is in mint cheese (-0.90 on 30th

day). Fırat (2006) and Gültür (2011) observed in their study that a decrease in rates occurred in Kashar cheese during ripening. As it is seen from the table below, it is understood that the cheese with the lowest a^* value is the control group cheese and with this value, it is the cheese with the greenest color. The herbs added to the cheese have non-enzymatic browning depending on factors such as moisture loss, light, temperature and time due to drying, and as a result, the cheese has a color effect (Tarakçı and Deveci, 2019).

The b^* color value indicates yellow and blue colors. $+b^*$ values indicate that yellow is present in the environment, $-b^*$ values indicate that blue is present in the environment (Voss, 1992). While the highest b^* value was 22.99 ± 0.43 on the 3rd day in the control cheese (K), the lowest one was observed in the mint cheese on 90th day (12.96 ± 1.80). This shows that herb addition reduced its orientation to yellow color. According to the results of the multiple comparison test of the b^* values of cheese varieties (Tarakçı and Deveci, 2019), it observed that there was no statistical difference between the herbs supplemented cheeses, compared to the control group cheese. In addition, it was found that the control group cheese was the highest in terms of yellow color.

Textural Properties

In the textural evaluation of cheese, texture profile analysis (TPA) is a frequently used instrumental analysis and is associated with sensory features. Resilience, hardness, elasticity, gumminess, cohesiveness, adhesiveness structures are the parametric features used to determine the texture of cheeses with TPA device (Gunasekaran and Ak, 2003). Many factors affect the hardness of cheese; these are proteolysis rate and depth, acidity, dry matter and salt amount. The hardness values of the cheeses matured for 90 days using different herbs are shown in Table 2. As can be seen from the table, the highest hardness value of 13.65 ± 1.36 kg was determined in the control cheese on the 3rd day while the lowest value was in the parsley cheese on 90th day (4.38 ± 0.71). When herb-added cheese compared to the control group cheese, it was seen that the control group cheese was higher than other additive cheeses, except for cheese with added mendek. In this regard, it can be said that the addition of herbs affects the hardness values of Kashar cheese. Statistical study also shows that cheese type and ripening time has a significant effect on the hardness value. It is seen that the hardness decreases during ripening in Kashar cheeses.

Table 1. Changes in color values during ripening of Kashar cheese samples

	Cheese Types	Ripening Times (Days)			
		3	30	60	90
<i>L</i> *	K	83.06 ±0.98 ^{b, A}	85.47 ±0.40 ^{b, A}	90.27 ±0.76 ^{a, A}	89.55 ±1.90 ^{a, A}
	G1	78.38 ±3.88 ^{a, A}	78.70 ±5.55 ^{a, A}	81.17 ±2.05 ^{a, A}	84.64 ±7.61 ^{a, A}
	G2	77.38 ±3.88 ^{a, A}	83.99 ±1.60 ^{a, A}	87.90 ±3.38 ^{a, A}	87.32 ±2.96 ^{a, A}
	G3	80.66 ±0.57 ^{ab, A}	75.56 ±3.17 ^{b, A}	83.98 ±3.29 ^{a, A}	83.79 ±3.04 ^{a, A}
	G4	78.45 ±6.43 ^{a, A}	75.15 ±7.75 ^{a, A}	81.69 ±6.61 ^{a, A}	81.45 ±5.09 ^{a, A}
	G5	80.20 ±3.69 ^{b, A}	75.74 ±3.12 ^{b, A}	88.15 ±3.41 ^{a, A}	91.23 ±1.08 ^{a, A}
<i>a</i> *	K	-2.51 ±0.04 ^{a, BC}	-2.47 ±0.42 ^{a, C}	-3.46 ±0.29 ^{b, C}	-3.05 ±0.39 ^{a, B}
	G1	-2.09 ±0.20 ^{ab, AB}	-1.31 ±0.40 ^{a, AB}	-3.26 ±0.20 ^{b, C}	-3.13 ±0.69 ^{b, B}
	G2	-2.70 ±0.16 ^{b, C}	-1.86 ±0.39 ^{a, ABC}	-2.57 ±0.29 ^{ab, B}	-2.45 ±0.30 ^{ab, AB}
	G3	-2.54 ±0.03 ^{ab, BC}	-2.09 ±0.15 ^{a, BC}	-2.69 ±0.31 ^{b, AB}	-2.73 ±0.20 ^{b, AB}
	G4	-1.59 ±0.27 ^{ab, A}	-0.90 ±0.49 ^{a, A}	-1.09 ±0.49 ^{b, A}	-1.76 ±0.11 ^{b, A}
	G5	-2.05 ±0.26 ^{a, AB}	-2.38 ±0.18 ^{a, C}	-2.18 ±0.28 ^{a, B}	-2.60 ±0.43 ^{a, AB}
<i>b</i> *	K	22.99 ±0.43 ^{a, A}	22.41 ±0.19 ^{a, A}	19.15 ±0.23 ^{b, AB}	18.07 ±0.23 ^{c, A}
	G1	19.08 ±1.59 ^{a, B}	19.08 ±1.59 ^{a, A}	18.42 ±2.24 ^{a, AB}	16.53 ±3.86 ^{a, AB}
	G2	16.19 ±0.75 ^{b, B}	20.72 ±0.61 ^{a, A}	14.20 ±2.18 ^{b, B}	13.40 ±0.22 ^{b, AB}
	G3	18.44 ±0.22 ^{ab, B}	21.30 ±2.69 ^{a, A}	16.19 ±1.42 ^{bc, A}	14.44 ±0.25 ^{c, AB}
	G4	19.17 ±1.89 ^{a, B}	18.20 ±2.32 ^{ab, A}	16.98 ±2.65 ^{ab, AB}	12.96 ±1.80 ^{b, B}
	G5	19.30 ±1.84 ^{ab, B}	22.87 ±3.76 ^{a, A}	16.41 ±0.75 ^{b, AB}	13.99 ±1.11 ^{b, AB}

abc indicate differences ($P < 0.05$) among rows. ABC indicate differences ($P < 0.05$) between columns.

Mean values ± Standard deviation. K: control G1: nettle, G2: parsley, G3: mendek, G4: mint, and G5: arugula.

The ratio of the resistance in the second compression to the first compression is defined as cohesiveness of food (Koca and Metin, 2004). It is also expressed as the power between the inner bonds that make up the product structure. When the cohesiveness values analyzed in Table 2, the highest rate among herbal additives was arugula additive cheese on the 3rd day of ripening, while the lowest value was nettle added cheese on the 90th day. In addition, when the average of cohesiveness values of herb supplemented cheeses and control cheeses compared, it was observed that the values were close to each other. When we consider maturation, it was seen that the cohesiveness decreased. As seen from the table, it was observed that the addition of herbs had no effect on the cohesiveness of Kashar cheese and no statistically significant difference found ($P > 0.10$). During the ripening period of Kashar cheeses, it was determined that there was a slight decrease in the cohesiveness values, albeit a small amount. In addition, there was a similarity in cohesiveness values occurring in Kashar cheeses. Another researcher Yaşar and Güzeler (2011) and Çakır (2018), who are working on Kashar cheese, found that the cohesiveness of Kashar cheese decreased during the maturation period.

Adhesiveness is expressed as the negative force field of the product after the first compression (Antoniou et al., 2000). As

seen in Table 2, the adhesiveness data during ripening was between -36.06 ± 23.74 g.sn and -104.72 ± 38.22 g.sn. Compared to the herb-supplemented cheese, the control cheese samples was found to have higher adhesiveness compared to other herb additive cheeses, except for the cheese with the tincture. As cheese loses moisture, its stickiness decreases (Emmons et al., 1980). In addition, the increase in adhesiveness observed in cheeses was attributed to high protease speed (Antoniou et al., 2000).

Table 2 shows that there is no difference in the resilience values of Kashar cheese samples, but significant at the level of $P < 0.05$ in terms of maturation. According to this, while the highest value among the herb supplemented cheese samples was the cheese on the 3rd day of ripening with a ratio of 0.44 ± 0.04 mm (arugula), the lowest value found on the 90th day with cheese with a value of 0.28 ± 0.02 mm (arugula). It was stated that because calcium has the ability to bind casein molecules, it limits the resilience of cheese (Sood et al., 1979; Cavalier-Salou and Cheftel, 1991). This is because; the ratio of calcium ions in cheese, solubility of casein and interactions of casein with other components affect the resilience of cheese. As the calcium ions increase in the cheese system, the interactions created by casein decreases and the elasticity values of the cheeses become low. The strength of the existing

molecular bonds in the cheese structure increases the resilience values (Tarakçı et al., 2011).

In texture profile analysis, gumminess is the result of the hardness value multiplied by the cohesiveness value. The gumminess level values of cheese samples during ripening shown in Table 2. When these findings examined, when comparing between herb adding Kashar cheeses, it was observed that the lowest gumminess value was 3.21 ± 0.52 kg with the addition of parsley on the 90th day, while the highest value was 10.38 ± 0.98 kg with the mendek added cheese on the 3rd day of ripening. Presumably, the decrease in the gumminess level of these cheeses produced was caused by proteolytic, microbial and other enzymatic events occurring in the cheese structure. Similar changes was also observed with the gumminess values and hardness values (Tarakçı et al., 2011).

According to the results of multiple comparison test, when the chewiness data of Kashar cheese samples were compared, that there was a higher value than other cheeses except for the control group added Kashar cheese. Addition of herbs also reduced the chewiness value. Furthermore, there was a statistically significant difference between nettle and arugula cheeses and other cheeses. The highest chewiness was observed in mendek cheese (8.62 ± 0.48 on the 3rd day) while the lowest one was observed in parsley cheese (2.51 ± 0.44 on the 90th day). The general average of chewability of all cheeses found as 4.63 ± 0.66 kg mm (data not shown). It was assumed that this decrease in chewability value was due to proteolytic, microbial and other enzymatic events occurring in cheese, and the protein network structure that decreased chewable values during storage.

The elasticity data of Kashar cheese samples during ripening was shown in Table 2. When the elasticity values were examined, it was seen that the data were close to each other and did not much change during maturation (Tarakçı et al., 2011). In the light of obtained data, a statistically significant difference found between the elasticity rates in terms of cheese type (Tarakçı and Deveci, 2019). The highest elasticity was detected in the arugula chees on the 3rd day (0.91 ± 0.02) while the lowest one was in the mint cheese on the 30th day (0.79 ± 0.03). In addition, the general average of cheeses found to be 0.83 ± 0.03 (data not shown). When a comparison made between herb-supplemented cheeses, parsley herb supplemented cheese found on the 3rd day of ripening to the highest elasticity value, while the lowest value was found on the 30th day of ripening.

Conclusion

The nettle, parsley, mendek, mint, and arugula herbs were added to the Kashar curd and a comparison was made with the herb-free sample. In terms of L^* , a^* , and b^* colour values of cheeses, it was determined that the ripening time and cheese variety had an important effect on Kashar cheese. In cheese samples, it was determined that the ripening time and cheese type had an important effect in terms of chewiness, gumminess, and cohesiveness and hardness values. As a result, it is possible to produce Kashar cheese with different kinds of herbal supplements. Because of the production of Kashar cheese with the addition of herbs, it was observed that the addition of herb had positive effects on the colour and textural properties of cheese. Adding herbs to Kashar cheese increases its product range; therefore, it offers an alternative product to the consumer.

Table 2. Textural analysis values of cheese samples

	Cheese Types	Ripening times (days)			
		3	30	60	90
Hardness	K	11.52 ±0.51 ^{a, AB}	9.28 ±0.73 ^{ab, A}	7.40 ±0.45 ^{bc, A}	5.27 ±0.47 ^{c, B}
	G1	6.75 ±2.40 ^{a, B}	7.85 ±1.26 ^{a, AB}	7.57 ±0.42 ^{a, A}	7.97 ±1.12 ^{a, A}
	G2	8.53 ±3.26 ^{a, AB}	6.35 ±0.92 ^{a, B}	5.61 ±1.40 ^{a, A}	4.38 ±0.71 ^{a, B}
	G3	13.65 ±1.36 ^{a, A}	9.28 ±0.73 ^{b, A}	7.40 ±0.45 ^{bc, A}	5.27 ±0.47 ^{c, B}
	G4	8.69 ±0.23 ^{a, AB}	6.54 ±0.45 ^{b, B}	7.70 ±0.59 ^{ab, A}	4.91 ±0.54 ^{c, B}
	G5	9.24 ±1.21 ^{a, AB}	7.63 ±0.36 ^{ab, AB}	6.27 ±0.79 ^{bc, A}	4.94 ±0.09 ^{c, B}
Cohesiveness	K	0.75 ±0.03 ^{a, A}	0.75 ±0.01 ^{a, A}	0.71 ±0.04 ^{a, A}	0.72 ±0.05 ^{a, A}
	G1	0.72 ±0.06 ^{a, A}	0.74 ±0.02 ^{a, A}	0.73 ±0.01 ^{a, A}	0.69 ±0.03 ^{a, A}
	G2	0.73 ±0.02 ^{a, A}	0.73 ±0.01 ^{a, A}	0.72 ±0.02 ^{a, A}	0.73 ±0.02 ^{a, A}
	G3	0.76 ±0.01 ^{a, A}	0.75 ±0.01 ^{a, A}	0.71 ±0.04 ^{a, A}	0.72 ±0.05 ^{a, A}
	G4	0.77 ±0.02 ^{a, A}	0.75 ±0.03 ^{a, A}	0.72 ±0.02 ^{a, A}	0.73 ±0.03 ^{a, A}
	G5	0.79 ±0.07 ^{a, A}	0.71 ±0.03 ^{a, A}	0.75 ±0.01 ^{a, A}	0.71 ±0.01 ^{a, A}
Adhesiveness (g.sn)	K	-68.01 ±36.15 ^{a, A}	-75.30 ±34.01 ^{a, A}	-77.65 ±30.68 ^{a, A}	-52.49 ±30.34 ^{a, A}
	G1	-50.43 ±49.76 ^{a, A}	-68.21 ±57.86 ^{a, A}	-104.72 ±38.22 ^{a, A}	-96.52 ±23.49 ^{a, A}
	G2	-50.27 ±25.30 ^{a, A}	-73.92 ±39.06 ^{a, A}	-85.48 ±44.04 ^{a, A}	-94.37 ±4.04 ^{a, A}
	G3	-66.17 ±34.33 ^{a, A}	-75.30 ±34.01 ^{a, A}	-77.65 ±30.67 ^{a, A}	-52.49 ±30.35 ^{a, A}
	G4	-61.42 ±27.51 ^{a, A}	-99.81 ±21.37 ^{a, A}	-92.25 ±30.97 ^{a, A}	-103.88 ±4.23 ^{a, A}
	G5	-36.06 ±23.74 ^{a, A}	-102.66 ±4.64 ^{a, A}	-82.63 ±38.36 ^{a, A}	-85.99 ±33.12 ^{a, A}
Resilience (mm)	K	0.36 ±0.04 ^{a, AB}	0.32 ±0.01 ^{a, A}	0.31 ±0.02 ^{a, A}	0.31 ±0.02 ^{a, A}
	G1	0.35 ±0.07 ^{a, AB}	0.32 ±0.04 ^{ab, A}	0.30 ±0.01 ^{ab, A}	0.29 ±0.03 ^{b, A}
	G2	0.32 ±0.02 ^{a, B}	0.31 ±0.02 ^{a, A}	0.32 ±0.03 ^{a, A}	0.29 ±0.02 ^{a, A}
	G3	0.38 ±0.00 ^{a, AB}	0.32 ±0.01 ^{b, A}	0.31 ±0.02 ^{b, A}	0.31 ±0.02 ^{b, A}
	G4	0.35 ±0.02 ^{a, AB}	0.33 ±0.03 ^{ab, A}	0.30 ±0.01 ^{ab, A}	0.30 ±0.03 ^{b, A}
	G5	0.44 ±0.04 ^{a, A}	0.33 ±0.02 ^{b, A}	0.33 ±0.01 ^{b, A}	0.28 ±0.02 ^{b, A}
Gumminess (kg)	K	8.63 ±2.25 ^{a, AB}	6.92 ±0.57 ^{ab, A}	5.25 ±0.63 ^{b, A}	3.81 ±0.43 ^{b, B}
	G1	4.96 ±2.06 ^{a, B}	5.83 ±0.94 ^{a, AB}	5.51 ±0.28 ^{a, A}	5.48 ±0.92 ^{a, A}
	G2	6.22 ±2.38 ^{a, AB}	4.64 ±0.63 ^{a, B}	4.23 ±1.08 ^{a, A}	3.21 ±0.52 ^{a, B}
	G3	10.38 ±0.98 ^{a, A}	6.92 ±0.56 ^{b, A}	5.25 ±0.63 ^{bc, A}	3.81 ±0.43 ^{c, B}
	G4	6.70 ±0.03 ^{a, AB}	4.91 ±0.23 ^{b, B}	5.56 ±0.49 ^{b, A}	3.57 ±0.37 ^{c, B}
	G5	7.32 ±1.51 ^{a, AB}	5.43 ±0.17 ^{ab, AB}	4.68 ±0.62 ^{b, A}	3.51 ±0.12 ^{b, B}
Chewiness (g.mm)	K	7.22 ±2.06 ^{a, AB}	5.86 ±0.59 ^{ab, A}	4.46 ±0.29 ^{ab, A}	3.26 ±0.42 ^{b, B}
	G1	4.29 ±2.03 ^{a, B}	4.91 ±0.94 ^{a, AB}	4.53 ±0.34 ^{a, A}	4.40 ±0.78 ^{a, A}
	G2	5.44 ±2.17 ^{a, AB}	3.81 ±0.63 ^{a, B}	3.49 ±0.89 ^{a, A}	2.51 ±0.44 ^{a, B}
	G3	8.62 ±0.48 ^{a, A}	5.86 ±0.59 ^{b, A}	4.46 ±0.29 ^{c, A}	3.26 ±0.42 ^{d, AB}
	G4	5.72 ±0.07 ^{a, AB}	3.89 ±0.19 ^{b, B}	4.57 ±0.35 ^{c, A}	2.88 ±0.32 ^{d, B}
	G5	6.66 ±1.30 ^{a, AB}	4.49 ±0.19 ^{b, AB}	3.93 ±0.51 ^{c, A}	2.80 ±0.07 ^{d, B}
Elasticity	K	0.83 ±0.03 ^{a, A}	0.85 ±0.02 ^{a, A}	0.85 ±0.06 ^{a, A}	0.85 ±0.02 ^{a, A}
	G1	0.84 ±0.09 ^{a, A}	0.84 ±0.05 ^{a, A}	0.82 ±0.05 ^{a, A}	0.80 ±0.02 ^{a, AB}
	G2	0.87 ±0.04 ^{a, A}	0.85 ±0.02 ^{ab, A}	0.85 ±0.06 ^{ab, A}	0.85 ±0.02 ^{b, B}
	G3	0.83 ±0.03 ^{a, A}	0.84 ±0.03 ^{a, A}	0.83 ±0.00 ^{a, A}	0.81 ±0.01 ^{a, A}
	G4	0.85 ±0.02 ^{a, A}	0.79 ±0.03 ^{b, A}	0.82 ±0.02 ^{ab, A}	0.80 ±0.02 ^{ab, AB}
	G5	0.91 ±0.02 ^{a, A}	0.82 ±0.01 ^{bc, A}	0.84 ±0.01 ^{b, A}	0.80 ±0.02 ^{c, B}

abc indicate differences (P<0.05) among rows. ABC indicate differences (P<0.05) between columns.

Mean values ± Standard deviation. K: control G1: nettle, G2: parsley, G3: mendek, G4: mint, and G5: arugula.

Compliance with Ethical Standard

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

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

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

Ahmed, A.,K., Johnson., K.,A. (2000). Horticultural development of Australian native edible plants. *Australian Journal of Botany*, 48, 417-426.

<https://doi.org/10.1071/BT99042>

Agboola, S.O., Radovanovic-Testic, M. (2002). Influence of Australian native herbs on the maturation of vacuum-packed cheese. *LWT-Food Science and Technology* 35, 575-583.

[https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)90917-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)90917-5)

Antoniou, K.D., Petrides, D., Raphaellides, S., Ben Omar, Z. and Kesteloot, R. (2000). Texture assessment of French cheeses, *Journal of Food Science*, 65, 168-172.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15974.x>

Çakır, S. (2018). Antioksidan aktiviteye sahip bazı baharatların taze kaşar peynirinde kullanımı. Yüksek lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.

Cavalier-Salou, C., Cheftel, J.C. (1991). Emulsifying salts influence on characteristics of cheese analogs from calcium caseinate, *Journal of Food Science*, 56, 1542-1547.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08636.x>

Emmons, D.B., Kalab M., Larmond E., Lowrie R.J. (1980). Milk gel structure,10,Texture and microstructure in Kashar cheese made from whole milk and from homogenized low fat milk, *Journal of Texture Studies*, 11, 15-34.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1980.tb00305.x>

Everard, C., O'callaghan, D., Howard, T., O'donnell, C., Sheehan, E., Delahunty, C. (2006). Relationships between

sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial Kashar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. *Journal of Texture Studies*, 37, 361-382.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2006.00057.x>

Fırat, N. (2006). Çiğ ve pastörize süttten üretilen Kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresince bazı mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Gunasekaran, S., Ak, M.M. (2003). Cheese reology and texture, CRC Press, Boca Raton, Florida.

<https://doi.org/10.1201/9781420031942>

Gülter, S. (2011). Dondurarak kurutulmuş Kaşar peyniri tuzlarının özellikleri üzerine peynirin üretim yönteminin, yağ oranının ve olgunluğunun depolama sürecindeki etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Hayaloğlu, A.A., Fox, P.F. (2008). Cheeses of Turkey: 3. Varieties containing herbs or spices. *Dairy Science and Technology*, 88, 245-256.

<https://doi.org/10.1051/dst:2007015>

Keceli, T., Sahan, N., Yasar, K. (2006). The effect of pre-acidification with citric acid on reduced-fat kashar cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 61, 32-36.

Koca, N., Metin, M. (2004). Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14, 365-373.

<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.006>

Öksüz, Ö., Kurultay, S., Şimşek, O. (2001). The Effect of Brevibacterium Linens on Some Physico-Chemical Properties and Colour Intensity of Kashar Cheese. *Milchwissenschaft*, 56, 82-85.

Sood, S.M., Gaiind, D.K., Dewan, R.K. (1979). Correlation between micelle solvation and calcium content, *Journal of Dairy Science and Technology*, 14, 32-34.

Tarakçı, Z., Coskun, H., Tuncturk, Y. (2004). Some properties of fresh and ripened herby cheese, a traditional variety produced in Turkey. *Food Technology and Biotechnology*, 42, 47-50.

Tarakçı, Z., Durmaz, H., Sağun, E. (2005). Siyabonun (Ferula sp.) otlu peynirin olgunlaşması üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15, 53-56.

Tarakçı, Z., Küçüköner, E. (2006). Changes on physico-chemical, lipolysis and proteolysis of vacuum-packed turkish kashar cheese during ripening. *Journal of Central European Agriculture*, 7, 459-464.

Tarakçı, Z., Akyüz, N. (2009). Effects of packaging materials and filling methods on selected characteristics of Otlu (Herby) cheese. *International Journal of Food Properties*, 12, 496-511.

<https://doi.org/10.1080/10942910701813941>

Tarakçı, Z., Temiz, H. (2009). A review of the chemical, biochemical and antimicrobial aspects of Turkish Otlu (herby) cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 62, 354-360.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00495.x>

Tarakçı, Z., Devenci, F. (2019). The effects of different spices on chemical, biochemical, textural and sensory properties of White cheeses during ripening. *Mljekarstvo*, 69, 64-77.

<https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2019.0106>

Tarakçı, Z., Temiz, H., Ugur, A. (2011). The effect of adding herbs to labneh on physicochemical and organoleptic quality during storage. *Intational Journal of Dairy Technology*, 64, 108-116.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00636.x>

Voss, D.H. (1992). Relating Colorimeter Measurement of Plant Color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. *Hortscience*, 27, 1256-1260.

<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1256>

Yaşar, K., Güzeler, N. (2011). Effect of coagulant type on the physicochemical and organoleptic properties of Kashar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 372-379.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00679.x>

A1 milk and beta-casomorphin-7

Seval ANDIÇ¹, Rozelin Münevver AYAZ², Şehriban OĞUZ¹

Cite this article as:

Andiç, S., Ayaz, R.M., Oğuz, Ş. (2021). A1 milk and beta-casomorphin-7. *Food and Health*, 7(2), 128-137. <https://doi.org/10.3153/FH21007>

¹ University of Van Yüzüncü Yıl,
Department of Food Engineering,
Van, Turkey

² University of Van Yüzüncü Yıl,
Institute of Natural and Applied
Sciences, Van, Turkey

ORCID IDs of the authors:

S.A. 0000-0002-8306-0222

R.M.A. 0000-0002-8818-9850

Ş.O. 0000-0001-6889-9487

Submitted: 25.05.2020

Revision requested: 14.08.2020

Last revision received: 03.10.2020

Accepted: 04.10.2020

Published online: 09.03.2021

Correspondence: Seval ANDIÇ

E-mail: sevalandic@yvu.edu.tr



© 2021 The Author(s)

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

ABSTRACT

Milk is composed of water, proteins, lipids, lactose, vitamins, and minerals. More than 80% of most mammals' milk proteins are constituted by caseins. Casein is a group of proteins and they are sub-divided into α 1-, α 2-, β - and κ -casein families. Among these casein families, β -casein is the second most abundant protein. Different mutations in the cow milk β -casein gene led to 12 genetic variants and most common of these are genetic variants A1 and A2. The A1 and A2 variants differ only at amino acid position 67, which is histidine in A1 or proline in A2 milk. This difference in amino acid sequence suggests a conformational change in the secondary structure of the expressed β -casein. Milk that contains A1 β -casein and A2 β -casein are known as A1 milk and A2 milk, respectively. A1 β -casein milk releases an amino acid bioactive peptide called beta-casomorphin-7 (β CM-7) in small intestine. Beta-casomorphin-7 released from A1 β -casein is responsible for many human disorders like type-1 diabetes, autism, schizophrenia, alzheimer's disease (AD), attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), multiple sclerosis (MS) and heart diseases.

Keywords: A1 Milk, A2 milk, β CM-7, Casein, Health

Introduction

Milk is a liquid secreted from the mammary glands of female mammals following birth for the purpose of feeding the offspring. Since it is secreted with the purpose of feeding it - which after the birth is incapable of consuming any other type of food- the milk contains almost all the nutritional elements required to nourish the offspring. The milk, therefore, is a rare type of food which has the potential to contain all the nutrients necessary for life, and which the newborn offspring can consume easily (Fox et al, 2015). Although the amount of milk is very limited in humans and is secreted only in sufficient quantities for the baby, in animals it is usually secreted in higher amounts than needed by the offspring. This makes it possible to use some of the animal milk for the feeding purposes of the humankind. Furthermore, genetic studies have made certain animals capable of yielding significantly higher amounts of milk than they normally do (Patton, 2017).

While milk shows differences in composition based on the mammal species it is secreted from, its primary components are always proteins, fats, and carbohydrates. The ratio of these components changes based on the needs of the offspring of the specific mammal species it was secreted for. Milk further contains other minor components like minerals, vitamins, and enzymes. When naming it, milk is called by the name of the animal it was secreted from (Fox et al, 2017).

Milk proteins, milk fat, and lactose -which is the only carbohydrate in the milk- all hold a significant place in terms of nutrition and of the health of the consumer, and for the technological processing of the milk. Milk proteins are divided into two main parts as casein and serum proteins. A significant proportion of milk proteins are made up of caseins. Milks with casein that makes up for more than 2/3 of its total proteins are called the "casein milks", whereas milks that contain other serum proteins in similar amounts with the casein are called the "albumin milks". Milks of cows, sheep, goat, and buffalo are casein milks, while human, mare, donkey milks are albumin milks. Milks sold in markets and the majority of the dairy products that have technologically been processed are obtained from casein milks. Neither casein nor other serum proteins are of a single type of protein structure. Serum proteins are albumin, globulin, and protease-peptones. Casein, is composed of α -casein, β -casein, κ -casein and γ -casein fractions (Mehta, 2015).

Proteins are the smallest component blocks of the body, in addition to their important roles of formation and repair of the tissues, undertaking the transportation and storage of various substances, and taking part in in the immune system functions. In the food, proteins are important elements which determine the nutritional value, textural and organoleptic pro-

perties of the food. Due to containing all the essential amino-acids, milk proteins are considered to be "total proteins" in terms of their nutritional properties (Damodaran, 1996). Proteins are also a very important source for bioactive peptides. Bioactive peptides are usually protein breakdown products with a short-chain structure containing 2 to 50 amino acids. Although they are present in many different foods like milk, eggs, beans, fish, and corn, milk proteins represent the most important source of bioactive peptides (Park and Nam, 2015). Bioactive peptides found in inactive form are created during the digestion of milk by the digestive system enzymes, during the fermentation of milk by proteolytic starter cultures, or through enzymes derived from microorganisms or plants. Milk-derived bioactive peptides have different physiological bioactivities and properties, like their antihypertension, antimicrobial, antioxidant, antithrombotic, immunomodulator, mineral binding, and opioid effects (Nongonierma and Fitzgerald, 2015; Mohanty et al, 2016). However, studies have shown that beta-casomorphin 7 (β CM-7), which is a bioactive peptide and forms as a result of the breakdown of beta-casein, has multiple negative effects on health.

β -Casomorphin7 (β CM-7)

Approximately 82% of cow's milk proteins consist of caseins and 30-35% of the casein consists of β -caseins. So far, 12 β -casein genetic variant has been identified. These are the A1, A2, A3, B, C, D, E, F, H1, H2, I and G variants. Amongst these, A1, A2, A3, and C are commonly encountered in dairy cattle, and the most common are A1 and A2 variants. Whether a cow will have A1 and/or A2 variant is determined by a couple of genes located in the 6th chromosome. This particular gene has 2 alleles, known as A1 and A2 β -casein alleles. Research has shown that each cow carries two copies of β -casein genes. It is possible for a cow to have any one of the A1A1 (homozygote), A2A2 (homozygote), or A1A2 (heterozygote) alleles. In case the animal has the A1A2 alleles, none of these alleles are dominant over the other, and the milk contains equal amounts of A1 and A2 β -casein. For this reason, a cow with A1A2 produces equal amounts of A1 and A2 β -casein, while a cow with A2A2 genes produces the A2 β -casein alone and a cow with A1A1 genes produce only the A1 β -casein (Priyadarshini et al, 2018). Whether the casein is A1 or A2 is based on a small variation in the amino-acid sequence. The 67th amino acid is histidine in A1 β -casein, whereas it is proline in A2 β -casein. The peptide bond between the 66th and 67th amino acids in A1 β -casein, which are isoleucine and histidine, can be broken down by elastase, whereas the same bond for the A2 β -casein (between the isoleucine and proline in this case) can't be broken down by elastase (Figure 1). Such a breaking down of this bond for the A1

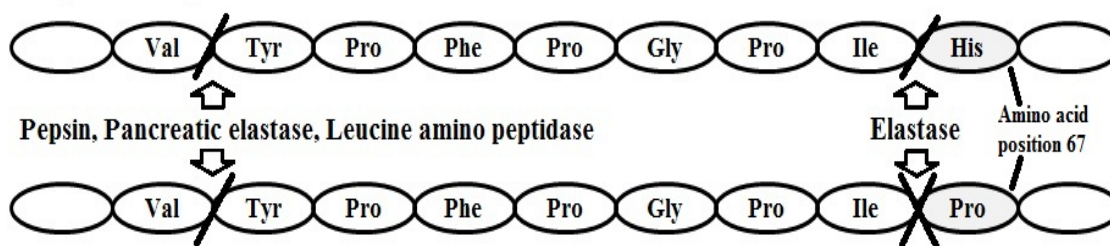
β -casein results in the formation of β -casomorphin 7 (β CM-7), whereas it results in the formation of β -casomorphin 9 (β CM-9) for the A2 β -casein. Considering this, milks that contain the A1 variant are called A1 milks, and the ones with A2 variant are called the A2 milks (Nguyen et al, 2015).

A1 milk, and therefore the β CM-7, has been reported to affect countless opioid receptors in nervous, endocrine, and immune systems potentially, and to represent a risk factor for a variety of important diseases and disorders like cardiovascular diseases, type-1 diabetes, autism, and schizophrenia. A2 milk, on the other hand, represents no such risks (McLachlan, 2001; Kaminski et al, 2007; Chia et al., 2017; Banerjee, 2018). There is a predominant A1 β -casein variant (A1/ β -casein = 0.46-0.71) in the milk of red-white (Red Danish, Holstein-Friesian, Ayrshire) and black-and-white cattle breeds found in northern Europe (Buchberger, 1995). As a result of artificial insemination practices between 1970 and 1980 using the American Holstein bulls, the level of the A1 variant in the milk of northern European cattle has declined. The A1 variant level in the central and southern European milks is low as well. This is due to the fact that breeds like the Guernsey which has a low level of A1 variant (A1/ β -casein ratio mostly <0.25) and Jersey Simmental Swiss Brown which almost doesn't have any A1 variant (A1/ β -casein = 0.01) are the predominant races in the region (Zikakis et al, 1974). The results of the studies performed to this date have shown that milks from Northern European cattle breeds such as the Friesian, Ayrshire, British Shorthorn and Holstein breeds contain

A1 β -casein, while milk from Channel Island cattle, Guernsey, Jersey, southern France domestic cattle, Charolais - Limousin, African original Zebu cattle, and Gir, Tharparkar, Rathi, Red Sindhi, Sahiwal, Kankrej and Haryana dairy cattle of India contain A2 β -casein. Milks from African and Asian pure indigenous breeds contain only A2 β -casein and is called the "safe milk" (Laugesen and Elliott, 2003; Boro et al, 2016).

β CM-7 is a biomodulator substance, and is considered as an exorphine. β CM-7 is a μ -Opioid receptor antagonist that is capable of entering the blood circulation through the digestive system. Its amount in the circulation increases with the amount of the consumed milk. Human milk especially colostrum contains this exorphine as well, but its activity in human milk is lower compared to the cow milks. Also human milk β -casein structure is the closer to cow A2 milk β -casein structure than cow A1 milk β -casein (Jarmołowska et al, 2007; Ul Haq et al, 2014a; Chia et al, 2017; Priyadarshini et al, 2018) (Figure 2). β CM-7 has also been detected in the blood of pregnant and breastfeeding women, but it hasn't been determined in males and in non-pregnant women. Accordingly, β CM-7 has also been emphasized to potentially have a physiological significance for pregnancy and for birth (Jaiswal et al, 2014). The 4th and 5th position amino acids of β CM-7 of cow and human milk are different from each other. Due to this structural difference, the opioid effects of β CM-7 originating from these two sources is also different. β CM-7 of cow origin has 10 times more opioid effect compared to its human-origin counterpart.

A1 β -casein protein chain



A2 β -casein protein chain

Figure 1. Difference between conformational change of A1 β -casein and A2 β -casein

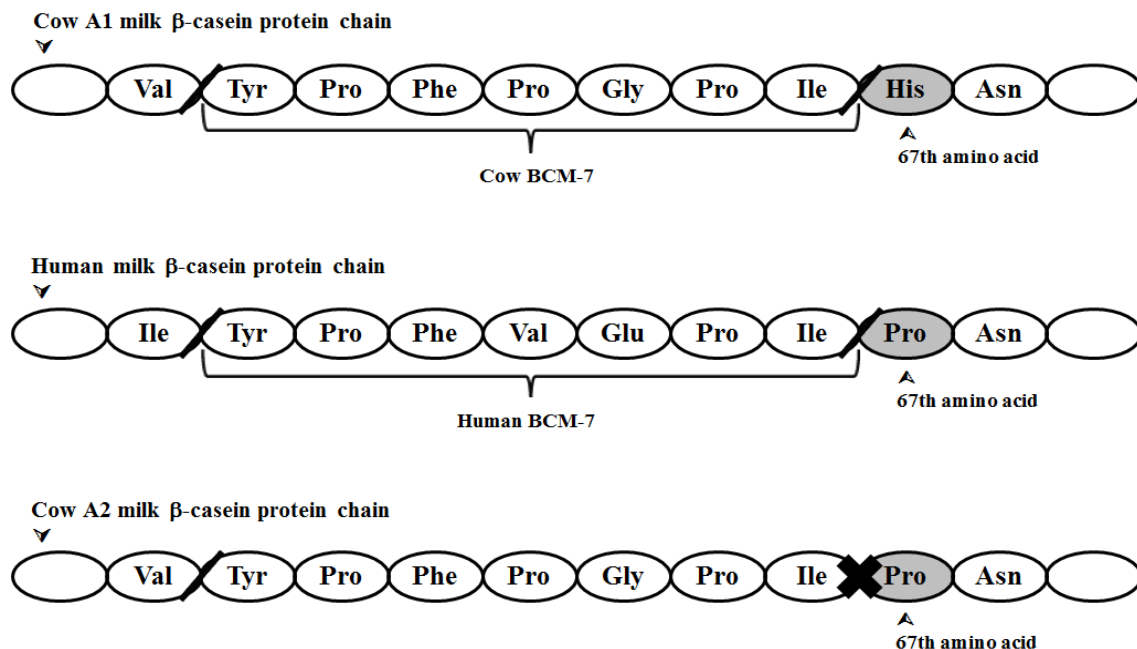


Figure 2. Structure of cow milk A1 and A2 β -casein, human milk β -casein, cow β CM-7 and human β CM-7

Studies have shown that cow β CM-7 may play a neuro-chemical role in establishing the mother-cub connection, and in learning and environmental adaptation processes of calves and young cattle. Accordingly, β CM-7 doesn't represent a health risk for the individuals that consume the milk from their own species -on the contrary, it has certain positive roles to play-whereas the β CM-7 originating from A1 dairy milk, in particular, can cause a series of health problems for humans (Jaiswal et al, 2014). β CM-7 was determined in whole pasteurized milk, ultra-heat treated milk, bottle-sterilized milk, fermented milks like yoghurt and probiotic fermented milk (Ul Haq et al, 2015). But it is reported that fermentation and storage reduced β CM-5 and β CM-7 concentration in yoghurt (Nguyen et al, 2014; Nguyen, 2015).

β CM-7 and Health

Since they contain all of the essential amino acids in their structure, milk proteins are very important in terms of nutrition for people of all ages. The human being, who starts life mostly by consuming breast milk, also begins to consume milk from various animals and dairy products obtained from these in his childhood and adulthood periods. Consumption of milk proteins was shown to reduce the risk of various diseases like diabetes, muscle atrophy, atherosclerosis, high blood pressure, cardiac diseases, and osteoporosis, and to further have anticarcinogenic, hypocholesterolemic, and ACE

(angiotensin-converting enzyme) inhibitory effects through bioactive peptides within the milk (Davoodi et al, 2016; Mohanty et al, 2016; Banerjee, 2018; Lorenzo et al, 2018). That being said, one particular bioactive peptide called β CM-7, which is one of the hydrolysis products of casein, can act as a risk factor for various diseases and disorders like type-1 diabetes, ischemic heart disease, autism, schizophrenia, and sudden infant death syndrome (Kadam et al, 2017; Banerjee, 2018).

Type-1 Diabetes

There are claims that there is a positive correlation between the consumption of A1 milk and the incidence of Type-1 diabetes. The relationship between Type-1 diabetes and A1 milk consumption is explained by several theories. According to the first of such theories, β CM-7 suppresses the immune system of the individual and increases the vitality of enteroviruses, endogenous retroviruses and/or pathogens bacteria such as *Mycobacterium avium* which then damage the pancreatic β -cells. Increased vitality of these types of pathogens is related to the triggering of symptoms akin to type-1 diabetes in the individual (Kaminski et al, 2007; Parashar and Saini, 2015; Chia et al, 2018). Another theory holds that certain peptides that are hydrolysates of β -casein mimic the structure of GLUT-2 protein, which is normally tasked with the transportation of the glucose. Sensing these

peptides as antigens, the T-cells activate the beta cells to produce antibodies against them. In the end, these antibodies destroy not only the β -casein variants but also the beta cells that produce the insulin, resulting in type-1 diabetes (Parashar and Saini, 2015).

Epidemiologic studies related to the subject have shown strong positive correlations between type-1 diabetes and A1 milk consumption. In a 15-year study that covered 19 countries -including Finland, Austria, Iceland, Denmark, and France- a very strong correlation between the proteins originating from A1 milk (with the exclusion of cheese) and occurrence of type-1 diabetes was revealed ($r=0.92$, $p<0.00001$). The same study reports that A1 milk consumption for the periods of 0-4, 5-9, and 10-14 years and incidence rate of type-1 diabetes as $r = 0.80, 0.81, \text{ and } 0.81$ respectively, which are quite similar to each other. The study has reported the correlation between the type-1 diabetes occurrence and consumption of A2, B, and C variants of casein was insignificant. It was also revealed by that particular study that occurrence of type-1 diabetes was higher in countries like Finland and Sweden where A1 consumption per individual was high, whereas it was lower in countries like Japan and Venezuela where A1 β -casein consumption was low (Laugesen and Elliott, 2003).

The results obtained from animal experiments also show meaningful relationships between A1 β -casein consumption and type-1 diabetes incidence. In a study performed on non-obese diabetic mice, none of the mice fed with A2 β -casein diet developed auto-immune diabetes, whereas 47% of the mice fed with A1 β -casein diet developed auto-immune diabetes (Elliott et al, 1997). Another study has shown that 50% of the rats fed with a standard laboratory feed developed auto-immune diabetes, while this ratio dropped to 15% in rats which were fed with a semi-synthetic diet. Introducing milk to the semi-synthetic diet, however, has increased the ratio back to 52% (Elliott and Martin, 1984).

Knip et al. (2014) reported that being fed with mixed diet proteins increases the type-1 diabetes risk for children that are genetically predisposed. Beta-cell autoimmunity emerges in the early periods of life, and the diets consumed in these periods may alter the type-1 diabetes risk. Case assessment studies on the subject have shown that the consumption of cow milk from early periods of childhood is a risk factor for type-1 diabetes (Gimeno and de Souza, 1997; Virtanen et al, 2014). For infants, consumption of cow milk before 2 months of age has been reported to be a more influential environmental factor for type-1 diabetes, compared to milk consumption after 4 months (Knip et al, 2010a). A study performed in Finland has shown, based on the data obtained from a total of

690 children with type-1 diabetes and less than 15 years of age, that consumption of cow milk proteins before 2 months of age increased type-1 diabetes risk by twofold (Virtanen et al, 1993). Some researchers report that cow milk proteins increase the type-1 diabetes risk in genetically predisposed children (Knip et al, 2010b; Chia et al, 2017) while others have reported that cow milk is a risk factor for type-1 diabetes regardless of genetical predisposition (Lamb et al, 2015).

Ischemic Heart Disease

Epidemiological studies have shown that consumption of β -casein A1 has a strong relationship with ischemic heart disease. Despite consuming animal milk in great amounts, Masai communities of East Africa and Samburu communities of Northern Kenya have little to no incidence of heart disease. This is because these communities obtain their milk from the zebu cattle, which carry the A2 alleles (McLachlan, 2001). In a study performed covering a total of 17 countries, the amount of A1 milk consumption in 1980 and the incidences of death caused by cardiovascular diseases in the years of 1985 and 1990 was found to have a strong correlation. In another study performed regarding the cow milk and ischemic heart diseases, the correlation between the A1 β -casein amount consumed per individual and the ischemic heart disease was found as $r=0.76$, which is considerably high. The study took into account diseases that have occurred 5 years after the consumption (Laugesen and Elliott, 2003). Similarly, was reported a strong correlation ($r=0.86$) between the consumption of A1 β -casein of milk protein origin (excluding the cheeses) and deaths due to ischemic heart diseases [WHO MONICA (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease) project] (McLachlan, 2001).

An animal experiment has seen rabbits fed with diets containing different ratios of casein variants (A1 and A2), serum proteins, and cholesterol. Comparison of diets that didn't include cholesterol in their diets has revealed that diets that contained β -casein A1 have resulted in higher serum cholesterol, LDL, HDL, and triglyceride levels, compared to the diets that contained β -casein A2 and serum proteins (Tailford et al, 2003). It has also been reported that total casein consumption (which includes all the sub-fractions of casein obtained from milk through acid precipitation) has promoted the development of atherosclerosis in rabbits, monkeys, and mice (Anthony et al, 1998; Ni et al. 1998) and that β -casein A1 was atherogenic (Tailford et al, 2003).

Tyrosyl is a protein oxidation product and was determined to be present in the atherosclerotic lesions, and β CM-7 is a potential source for the tyrosyl radical (Zeng et al, 2018). Furthermore, β CM-7 has physiological effects over the oxidation

of LDL, and peroxidation of LDL lipid components. These oxidation products, in turn, may cause the development of various heart diseases (Kamiński et al, 2007).

Autism and Schizophrenia

Autism is a lifelong neurodevelopmental disorder that often affects social, cognitive, and creative abilities (Shattock and Whiteley, 2002; Crane et al, 2016). Even though certain genes that can cause autism have been identified, it is claimed that genetic and environmental factors both can play a role in the development of the disorder (Shattock and Whiteley, 2002; Abrahams and Geschwind, 2008; Sokolov et al, 2014). The fact that certain milk protein-derived peptides have an opioid effect has led to the development of the hypothesis that a relationship between autism and extreme opioids may exist. According to this hypothesis, genetic disposition and/or environmental stress at early ages can cause changes in the intestinal functions, an increase in the permeability of the intestinal mucosa, and cause a reduction in proteolytic activity. Together with these factors, reduced peptidase activity and increase in blood-brain barrier may result in accumulation of opioid peptides (like casomorphin) in the brain and in the blood, which in turn may result in hyperpeptidemia. In the end, the chronically increasing exorphine levels in the brain may affect the opioid and neurotransmitter systems, causing the emergence of disorders like autism (Shattock and Whiteley, 2002; Sokolov et al, 2014).

According to the data obtained from infants, fed breast milk and baby food containing cow's milk, the highest human β CM-7 immune-reactive substance concentration was found in the infants fed breast milk, whereas the highest concentration of cow β CM-7 immune-reactive substances were found in infants fed with baby food containing cow's milk. The babies fed breast milk displayed normal motor and muscular development, whereas the babies fed with baby food containing cow's milk had delayed motor and muscular development (Kost et al, 2009).

Autistic children and their mothers were found to have high amounts of endogenous opioid peptides in their serum, blood cells, and cerebrospinal fluids (Brambilla et al, 1997; Nagamitsu et al, 1997; Leboyer et al, 1999; Tordjman et al, 2009). In a study, the urine of autistic children was found to contain higher β CM-7, compared to the urine of healthy children in the control group. The study has reported that the β CM-7 presence and the autistic symptoms were correlated, and continuous β CM-7 consumption in early ages provided a step for autistic disorders, damaging the early development period of the child (Sokolov et al, 2014). Animal experiments have shown that β CM-7 may play part in developing behavioral

disorders similar to those seen in autism and schizophrenia (Sun and Cade, 1999; Sun et al, 1999).

Schizophrenia and autism are related to hyperpeptemia and hyperpeptiduria, and it has been reported that elimination of the low molecular weight peptides from the blood through hemodialysis, or feeding with diets that don't have milk or gluten, could result in remission of schizophrenic symptoms. Also reports that 90% of the schizophrenic patients and 86% of the autistic patients had high β CM-7 IgG antibodies (Cade et al, 1990).

Sudden Infant Deaths

Sudden Infant Death Syndrome refers to the death of the infants of 12 months of age and lower, usually in their sleep. Brain anomalies, lower birth weight, respiratory infections, and environmental factors that prevented the baby from breathing can be cited amongst the potential causes of death. It has been claimed that β CM-7 is also amongst the causes of death (Mallepalli et al, 2017; Sun et al, 2003). β CM-7 is quite stable against enzymatic breakdown. Yet, it is the substrate of Dipeptidyl-peptidase IV (DPPIV). After an apnoea event, infants with apnoea were found to have higher levels of β CM-7 and lower levels of DPP4 in their serum compared to those who were healthy. Accordingly, it has been reported that the high concentration of β CM-7 due to increased DPPIV levels could be responsible for the depression of respiration (Wasilewska et al, 2011). β CM-7 taken in by the diet can be absorbed through the digestive tract and can pass the blood-brain barrier due to the central nervous system not being fully developed yet. In babies with abnormal breath control or with vagal nerve development disorders, β CM-7 causes depression in the respiration center in the brain, causing death (Sun et al, 2003).

Other Claims Regarding A1 Milk and β CM-7

A subject being discussed is the calcium/magnesium ratio differences between A1 and A2 milks. A1 milks have calcium to magnesium ratio of 10:1, whereas A2 milks have a ratio of 2:1. Extended periods of A1 milk consumption may lead to magnesium deficiency and the problems associated with it (Boro et al, 2016).

In some studies, results were obtained related with both inflammatory and immune responses to casomorphins within the gastrointestinal system. In a study where mice were fed orally with β CM-7 or β CM-5, it is reported that both peptides increased expression of inflammatory markers. The authors reported that β CM-7 and β CM-5 stimulate inflammatory responses through the T2 pathway (Ul-Haq et al, 2014a). Ul-Haq

et al. (2014b), reported similar gastrointestinal immune effects in mice fed a milk-free basal diet supplemented with A1 compared to mice fed a diet supplemented with A2 β -casein.

Another subject being discussed is the β CM-7 and lactose interactions. There are three mechanisms that affect lactose malabsorption. The first mechanism is that the β CM-7 affects the activity and production of lactase with its inflammatory characteristics. The second mechanism is that changes in the gut microbiota caused by gut inflammation affects the processing of malabsorbed lactose. The third mechanism is that delayed gastrointestinal transit caused by β CM-7 leads to increased lactose fermentation (Pal et al, 2015). In their study using rats, Barnett et al. (2014), have shown that consumption of A1 β -casein has direct effects on gastrointestinal function and A1 β -casein diets delay gastrointestinal transit time compared to A2 β -casein diets.

Conclusions

A1 and A2 milks that contain the A1 and A2 variants of β -casein are still discussion topics in terms of public health. Based mostly on epidemiologic and animal-based experiments, A1 milk and the β CM-7 are claimed to cause various diseases and disorders like type-1 diabetes, ischemic heart disease, autism, schizophrenia, magnesium deficiency, and sudden infant death syndrome. Data from human clinical trials to back these claims up are limited. That being said, the claims are serious enough, considering the diseases and disorders attributed to A1 milk and β CM-7 as potential causes. For this reason, the subject has to be researched with additional experimental studies.

Compliance with Ethical Standard

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

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

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: A part of this review was presented as poster and published in abstract form at the 3rd International and 26th National Iranian Food Science and Technology Congress, 17 - 19 Eylül 2019, Tahrán, Iran.

References

- Abrahams, B.S., Geschwind, D.H. (2008).** Advances in autism genetics: on the threshold of a new neurobiology. *Nature Reviews Genetics*, 9(5), 341-55.
<https://doi.org/10.1038/nrg2346>
- Anthony, M.S., Clarkson, T.B., Williams, J.K. (1998).** Effects of soy isoflavones on atherosclerosis: potential mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68, 1390-1393.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/68.6.1390S>
- Banerjee, S. (2018).** A2 Milk: The unknown story about a milk protein. *Acta Scientific Nutritional Health*, 2(3), 28-31.
- Barnett, M. P., McNabb, W. C., Roy, N. C., Woodford, K. B., Clarke, A. J. (2014).** Dietary A1 β -casein affects gastrointestinal transit time, dipeptidyl peptidase-4 activity, and inflammatory status relative to A2 β -casein in Wistar rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65, 720-727.
<https://doi.org/10.3109/09637486.2014.898260>
- Boro, P., Naha, B.C., Saikia, D.P., Prakash, C. (2016).** A1 and A2 milk & its impact on human health. *International Journal of Science and Nature*, 7(1), 01-05.
- Brambilla, F., Guareschi-Cazzullo, A., Tacchini, C., Musetti, C., Panerai, A.E., Sacerdote, P. (1997).** Beta endorphin and cholecystokinin-8 concentrations in peripheral blood mononuclear cells of autistic children. *Neuropsychobiology*, 35(1), 1-4.
<https://doi.org/10.1159/000119322>
- Buchberger, J. (1995).** Genetic polymorphism of milk proteins: Differences between breeds. *Bulletin IDF*, 304, 5-6.
- Cade, R., Wagemaker, H., Privette, R.M., Fregly, M.S., Rogers, J., Orlando, J. (1990).** The effect of dialysis and diet on schizophrenia. *Psychiatry: A World Perspective*, 3, 494-500.
- Chia, J. S. J., McRae, J. L., Kukuljan, S., Woodford, K., Elliott, R.B., Swinburn, B., Dwyer, K. M. (2017).** A1 beta-casein milk protein and other environmental pre-disposing factors for type 1 diabetes. *Nutrition & Diabetes*, 1(7), 1-7.
<https://doi.org/10.1038/nutd.2017.16>
- Chia, J.S.J., McRae, J.L., Enjapoori, A.K., Lefèvre, C.M., Kukuljan, S., Dwyer, K.M. (2018).** Dietary Cows' Milk

Protein A1 Beta-Casein Increases the Incidence of T1D in NOD Mice. *Nutrients*, 10(9), 1291.

<https://doi.org/10.3390/nu10091291>

Crane, L., Chester, J.W., Goddard, L., Henry, L.A., Hill, E. (2016). Experiences of autism diagnosis: A survey of over 1000 parents in the United Kingdom. *Autism*, 20(2), 153-162.

<https://doi.org/10.1177/1362361315573636>

Damodaran, S. (1996). Amino Acids, peptides, and proteins. In Fennema, O. R. (Ed.), *Food Chemistry* (p. 321-425). Marcel Dekker, Inc. New York. ISBN: 0849384737, 9780849384738

Davoodi, S. H., Shahbazi, R., Esmaeili, S., Sohrabvandi, S., Mortazavian, A.M., Jazayeri, S., Taslimi, A. (2016). Health-Related Aspects of Milk Proteins. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 15(3), 573-591, 2016.

<https://doi.org/10.22037/IJPR.2016.1897>

Elliott, R.B., M. Martin, J.M. (1984). Dietary protein: a trigger of insulin-dependent diabetes in the BB rat? *Diabetologia*, 26(4), 297-299.

<https://doi.org/10.1007/BF00283653>

Elliott, R.B., Wasmuth, W.H., Bibby, N.J., Hill, J.P. (1997). The role of β -casein variants in the induction of insulin-dependent diabetes in the non-obese diabetic mouse and humans. Food and Agriculture Organization, Brussels, Belgium, IDF Special Issue, No. 9702, 445-453.

<https://doi.org/10.1007/s001250051>

Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry* (p. 584). Second Edition, Switzerland: Springer, Cham. ISBN: 978-3-319-14892-2.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2017). *Fundamentals of cheese science* (p. 799). Boston: Springer, US. ISBN: 978-1-4899-7681-9

<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>

Gimeno, S.G., de Souza, J.M. (1997). IDDM and milk consumption. A case-control study in Sao Paulo, Brazil. *Diabetes Care*, 20(8), 1256-1260.

<https://doi.org/10.2337/diacare.20.8.1256>

Jaiswal, K.P., De, S., Sarsavan, A. (2014). Review on bovine beta-casein (A1, A2) gene polymorphism and their potentially hazardous on human health. *International Journal of Environment & Animal Conservation*, 3(1), 1-12.

Jarmołowska, B., Sidor, K., Iwan, M., Bielikowicz, K., Kaczmarski, M., Kostyra, E., Kostyra, H. (2007). Changes of β -casomorphin content in human milk during Lactation. *Peptides*, 28, 1982-1986.

<https://doi.org/10.1016/j.peptides.2007.08.002>

Kadam, B.R., Ambadkar, R.K., Rathod, K.S., Pandiyan, C. (2017). A1/A2 milk and human health: A brief review. *Journal of Environment and Bio-Sciences*, 31(2), 357-362.

Kamiński, S., Kamiński, A., Kostyra, E. (2007). Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *Journal of Applied Genetics*, 48(3), 189-198.

<https://doi.org/10.1007/BF03195213>

Knip, M., Virtanen, S.M., Seppa, K., Ilonen, J., Savilahti, E., Vaarala, O., Reunanen, A., Teramo, K., Hämäläinen, A.M., Paronen, J., Dosch, H.M., Hakulinen, T., Akerblom, H.K. (2010a). Dietary intervention in infancy and later signs of beta-cell autoimmunity. *New England Journal of Medicine*, 363(20), 1900-1908.

<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1004809>

Knip, M., Virtanen, S.M., Akerblom, H.K. (2010b). Infant feeding and the risk of type 1 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(5), 1506S-1513S.

<https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28701C>

Knip, M., Akerblom, H.K., Becker, D., Dosch, H.M., Dupre, J., Fraser, W., Howard, N., Ilonen, J., Krischer, J.P., Kordonouri, O., Lawson, M.L., Palmer, J.P., Savilahti, E., Vaarala, O., Virtanen, S.M. (2014). Hydrolyzed infant formula and early beta-cell autoimmunity: a randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*, 311, 2279-2287.

<https://doi.org/10.1001/jama.2014.5610>

Kost, N.V., Sokolov, O.Y., Kurasova, O.B., Dmitriev, A.D., Tarakanova, J.N., Gabaeva, M.V., Zolotarev, Y.A., Dadayan, A.K., Grachev, S.A., Korneeva, E.V., Mikhcheeva, I.G., Zozulya, A.A. (2009). β -Casomorphins-7 in infants on different type of feeding and different levels of psychomotor development. *Peptides*, 30, 1854-1860.

<https://doi.org/10.1016/j.peptides.2009.06.025>

- Lamb, M.M., Miller, M., Seifert, J.A., Frederiksen, B., Kroehl, M., Rewers, M., Norris, J.M. (2015). The effect of childhood cow's milk intake and HLA-DR genotype on risk of islet autoimmunity and type 1 diabetes: The Diabetes Autoimmunity Study in the Young. *Pediatr Diabetes*, 16(1), 31-38.
<https://doi.org/10.1111/pedi.12115>
- Laugesen, M., Elliott, R.B. (2003). Ischaemic heart disease, type 1 diabetes, and cow milk A1 β -casein. *New Zealand Medical Journal*, 116(1168), 1-19.
- Leboyer, M., Philippe, A., Bouvard, M., Guilloud-Bataille, M., Bondoux, D., Tabuteau, F., Feingold, J., Mouren-Simeoni, M.C., Launay, J.M. (1999). Whole blood serotonin and plasma beta-endorphin in autistic probands and their first-degree relatives. *Biological Psychiatry*, 45(2), 158-163.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(97\)00532-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(97)00532-5)
- Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Gómez, B., Barba, F.J., Mora, L., Pérez-Santaescolástica, C., Toldrá, F. (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 136-147.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.003>
- Mallepalli, S., Kumar, R.K., Sriram, N. (2017). Difference between A1 and A2 milk: Risk of A1 milk. *International Journal of Allied Medical Sciences and Clinical Research*, 5(1), 163-167.
- McLachlan, C.N. (2001). B-kazein A1, ischaemic heart disease mortality and other illness. *Medical Hypotheses*, 56(2), 262-267.
<https://doi.org/10.1054/mehy.2000.1265>
- Mehta, B.M (2015). Chemical composition of milk and milk products. In Cheung, P. C. K., Mehta, B. M. (Eds): *Handbook of Food Chemistry*, (p. 511-553), Berlin: Springer-Verlag. ISBN: 978-3-642-36604-8
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5>
- Mohanty, D.P., Mohapatra, S., Misra, S., Sahu, P.S. (2016). Milk derived bioactive peptides and their impact on human health – A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(5), 577-583.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.06.005>
- Nagamitsu, S., Matsuishi, T., Kisa, T., Komori, H., Miyazaki, M., Hashimoto, T., Yamashita, Y., Ohtaki, E., Kato, H (1997). CSF beta-endorphin levels in patients with infantile autism. *Journal of Autism and Developmental Disorder*, 27(2), 155-163.
- Nguyen, D.D., Solah, V.A., Johnson, S.K., Charrois, J.W. A., Busetti, F. (2014). Analytical Methods Isotope dilution liquid chromatography–tandem mass spectrometry for simultaneous identification and quantification of beta-casomorphin 5 and beta-casomorphin 7 in yoghurt. *Food Chemistry*, 146, 345-352.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.057>
- Nguyen, D.D., Johnson, S.K., Busetti, F., Solah, V.A. (2015). Formation and degradation of beta-casomorphins in dairy processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(14), 1955-1967.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.740102>
- Ni, W., Tsuda, Y., Sakono, M., Imaizumi, K. (1998). Dietary soy protein isolate, compared with casein, reduces atherosclerotic lesion area in apolipoprotein E-deficient mice. *Journal of Nutrition*, 128(11), 1884-1889.
<https://doi.org/10.1093/jn/128.11.1884>
- Nongonierma, A.B., FitzGerald, R.J. (2015). The scientific evidence for the role of milk protein-derived bioactive peptides in humans: A Review. *Journal of Functional Foods*, 17, 640-656.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.021>
- Pal, S., Woodford, K., Kukuljan, S., Ho, S. (2015). Milk intolerance, beta-casein and lactose. *Nutrients*, 7(9), 7285-7297.
<https://doi.org/10.3390/nu7095339>
- Parashar, A., Saini, R.K. (2015). A1 Milk and its controversy-A review. *International Journal of Bioassays*, 4(12), 4611-4619.
<https://doi.org/10.21746/ijbio.2015.12.007>
- Park, Y.W., Nam, M.S. (2015). Bioactive peptides in milk and dairy products: A Review. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(6), 831-840.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.6.831>
- Patton, S. (2017). *Milk: Its remarkable contribution to human health and well-being* (p. 276), New York: Routledge. ISBN: 1412805112
<https://doi.org/10.4324/9781315124513>

Priyadarshini, P., Mishra, C., Mishra, B., Swain, K., Rout, M., Mishra, S.P. (2018). Impact of milk protein on human health: A1 versus A2. *International Journal of Chemical Studies*, 6(1), 531-535.

<https://doi.org/10.22271/chemi>

Shattock, P., Whiteley, P. (2002). Biochemical aspects in autism spectrum disorders: updating the opioid-excess theory and presenting new opportunities for biomedical intervention. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 6(2), 175-183.

<https://doi.org/10.1517/14728222.6.2.175>

Sokolov, O., Kost, N., Andreeva, O., Korneeva, E., Meshavkin, V., Tarakanova, Y., Dadayan, A., Zolotarev, Y., Grachev, S., Mikheeva, I., Varlamov, O., Zozulya, A. (2014). Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity. *Peptides*, 56, 68-71.

<https://doi.org/10.1016/j.peptides.2014.03.007>

Sun, Z., Cade, J.R. (1999). A peptide found in schizophrenia and autism causes behavioral changes in rats. *Autism*, 3(1), 85-95.

<https://doi.org/10.1177/1362361399003001007>

Sun, Z., Cade, J.R., Fregly, M.J., Privette, R.M. (1999). β -casomorphin induces Fos-like immunoreactivity in discrete brain regions relevant to schizophrenia and autism. *Autism*, 3(1), 67-83.

<https://doi.org/10.1177/1362361399003001006>

Sun, Z., Zhang, Z., Wang, X., Cade, R., Elmer, Z., Fregly, M. (2003). Relation of beta-casomorphin to apnea in sudden infant death syndrome. *Peptides*, 24, 937-943.

[https://doi.org/10.1016/S0196-9781\(03\)00156-6](https://doi.org/10.1016/S0196-9781(03)00156-6)

Tailford, K.A., Berry, C.L., Thomas, A.C., Campbell, J.H. (2003). A casein variant in cow's milk is atherogenic. *Atherosclerosis*, 170(1), 13-9.

[https://doi.org/10.1016/S0021-9150\(03\)00131-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9150(03)00131-X)

Tordjman, S., Anderson, G.M., Botbol, M., Brailly-Tabard, S., Perez-Diaz, F., Graignic, R., Carlier, M., Schmit, S., Rolland, A.C., Bonnot, O., Trabado, S., Roubertoux, P., Bronsard, G. (2009). Pain reactivity and plasma beta-endorphin in children and adolescents with autistic disorder. *PLOS ONE*, 4(8), e5289.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005289>

Ul Haq, M.R., Kapila, R., Saliganti, V. (2014a). Consumption of β -casomorphins-7/5 induce inflammatory immune

response in mice gut through Th2 pathway. *Journal of Functional Foods*, 8(1), 150-160.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.03.018>

Ul Haq, M.R., Kapila, R., Sharma, R., Saliganti, V., Kapila, S. (2014b). Comparative evaluation of cow β -casein variants (A1/A2) consumption on Th2-mediated inflammatory response in mouse gut. *European Journal of Nutrition*, 53(4), 1039-1049.

<https://doi.org/10.1007/s00394-013-0606-7>

Ul Haq, M.R., Kapila, R., Kapila, S. (2015). Release of β -casomorphin-7/5 during simulated gastrointestinal digestion of milk β -casein variants from Indian crossbred cattle (Karan Fries). *Food Chemistry*, 168, 70-79.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.024>

Virtanen, S.M., Rasanen, L., Ylonen, K., Aro, A., Clayton, D., Langholz, B., Pitkaniemi, J., Savilahti, E., Lounamaa, R., Tuomilehto, J., Åkerblom, H.K. (1993). Early introduction of dairy products associated with increased risk of IDDM in Finnish children. The childhood in diabetes in Finland study group. *Diabetes*, 42(12), 1786-1790.

<https://doi.org/10.2337/diab.42.12.1786>

Virtanen, S.M. (2014). Hydrolyzed infant formula and early beta-cell autoimmunity: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*, 311, 2279-2287.

<https://doi.org/10.1001/jama.2014.5610>

Wasilewska, J., Sienkiewicz-Szlapka, E., Kuźbida, E., Jarmolowska, B., Kaczmarek, M., Kostyra, E. (2011). The exogenous opioid peptides and DPPIV serum activity in infants with apnoea expressed as apparent life threatening events (ALTE). *Neuropeptides*, 45(3), 189-195.

<https://doi.org/10.1016/j.npep.2011.01.005>

Zeng, L., Mathew, A. V., Byun, J., Atkins, K.B., Brosius, F.C., Pennathur, S. (2018). Myeloperoxidase-derived oxidants damage artery wall proteins in an animal model of chronic kidney disease-accelerated atherosclerosis. *Journal of Biological Chemistry*, 293(19), 7238-7249.

<https://doi.org/10.1074/jbc.RA117.000559>

Zikakis, J.P., Haenlein, G.F., Hines, H.C., Mather, R.E., Tung, S. (1974). Gene frequencies of electrophoretically determined polymorphisms in Guernsey blood and milk. *Journal of Dairy Science*, 57(4), 405-410.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84904-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84904-0)

Phytochemicals in avocado peel and their potential uses

Sadiye AKAN

Cite this article as:

Akan, S. (2021). Phytochemicals in avocado peel and their potential uses. *Food and Health*, 7(2), 138-149. <https://doi.org/10.3153/FH21015>

Muş Alparslan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Muş, Turkey

ORCID IDs of the authors:

S.A. 0000-0002-5508-5262

Submitted: 18.08.2020

Revision requested: 27.11.2020

Last revision received: 07.12.2020

Accepted: 07.12.2020

Published online: 21.03.2021

Correspondence: Sadiye AKAN

E-mail: sadiveakan@gmail.com

ABSTRACT

A large amount of avocado is produced every year, and processing of avocado results in the production of large quantities of peel, which is usually disposed as waste without any further application. Avocado peel is a rich source of diverse phytochemicals known as health-promoting compounds, and these compounds can be used to produce high economic value products. However, the amount and composition of phenolic compounds vary regarding different factors, such as level of ripening and maturation, growing conditions and the country of origin. Phenolics within avocado peel have been reported to exhibit antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory effects, and associated with extensive health benefits. Thus, it is of great importance to recover these compounds from the peel for usage in food and health industries. This review focuses on the phytochemical compounds together with main factors influencing their types and amounts in avocado peel, and the possible utilisation of this by-product in the food, pharmaceutical and some other industries.

Keywords: Phytochemical, Avocado, Peel, Bioactive compound, Recovery, Bio-source



© 2021 The Author(s)

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

Introduction

Avocado is a significant tropical fruit with high amounts of bioactive components, and due to its health benefits, the consumption of avocado is increasing worldwide (Araújo et al., 2018; Migliore et al., 2018). The avocado has various consumption types and commercial uses in many products such as guacamole, chips, ice cream, frozen products, avocado paste, avocado oil and cosmetic products (Colombo & Papetti, 2019; Palma et al., 2016; Saavedra et al., 2017). Nowadays, the usage of avocado as a functional ingredient for foods has gained remarkable interest. This is principally related with the bioactive compounds of avocado including unsaturated fatty acids, dietary fibre, vitamin C, B and E, lutein, pigments (carotenoids, chlorophylls, and anthocyanins), and phenolic compounds (Kosińska et al., 2012; Lu et al., 2005; Saavedra et al., 2017; Wang et al., 2010).

A great amount of avocado is generated every year and processing of avocado produces a considerable amount of by-products (peel and seed) which account nearly 30% of the fresh weight of the fruit (Araújo et al., 2018; Figueroa et al., 2018; Melgar et al., 2018). Hereby, it produces by-products that cause environmental problems and are generally discarded without any additional applications (Araújo et al., 2018; Figueroa et al., 2018; Kosińska et al., 2012).

Avocado peel contains carbohydrates (62-73.3%), proteins (4-8.3%), lipids (4.4-9.1%) and fibres (almost 50%) and also it has great amount of bioactive compounds (Colombo & Papetti, 2019). The peel is reported to contain high phenolic content and antioxidant activity. Besides this, the peel has been demonstrated to show effectual antimicrobial, antibiotic and anti-inflammatory properties (Adikaram et al., 1992; Morais et al., 2015). Within this scope, it is a promising material for the production of functional foods and pharmaceutical products, and also it can be used as a bio-source for the production of environment friendly adsorbents (Antasionasti et al., 2017; Kosińska et al., 2012; Palma et al., 2016).

Phytochemicals are important secondary metabolic compounds produced by plants and are present in large amounts in avocado peels compared to other fruit products (Figueroa et al., 2018; Morais et al., 2015). Polyphenols are the biggest class of the phytochemicals, which are known with varied and remarkable biological functions for human health (Sagar et al., 2018). Phenolic phytochemicals have been linked with

multiple health benefits, such as antitumor, anti-aging, anti-diabetic, antioxidant and anti-inflammatory properties (Ahangarpour et al., 2019; Lin et al., 2016; Lu et al., 2005; Saavedra et al., 2017). Due to their protective effects against oxidation and colour deterioration, and prevention of the growth of bacteria and moulds, they are extensively used in the food industry (Kosińska et al., 2012; Rodríguez-Carpena et al., 2011). Hence, the recovery of these bioactive products from avocado peel may lead to produce new products with added value and improve the usage of the by-products of avocado processing industry. For the efficient exploitation and valorisation of phytochemicals in avocado peel, it is important to understand the profile of chemicals (particularly individual phenolic compounds), factors influencing the amounts of phenolics in the peel, and potential utilisation of these compounds as food ingredients or other proposes. This review inclusively points out the phenolic compounds of avocado peel, highlights the uses in food industry and the potential uses for some other products.

Botany and Production

Avocado belongs to the family of *Lauraceae* which is a dicotyledonous evergreen plant, indigenous to Mexico, but recently produced and consumed worldwide (Álvarez et al., 2015; Hurtado-Fernández et al., 2018; Melgar et al., 2018). The word *avocado* is used by the Aztecs and derived from *ahuacatl*, while it is called by various names (aguacate, cupandra, avocatier, cura, abacate and palta) in different countries (Araújo et al., 2018; Yahia & Woolf, 2011). It is also known as alligator pear, butter pear and vegetable pear (Hurtado-Fernández et al., 2018). Botanically, avocado is divided into 3 groups, with different terms as Mexican (*Persea americana* var. *drymifolia*), Guatemalan (*Persea nubigena* var. *guatemalensis*), and West Indian (*Persea americana* var. *americana*). The names are based upon the origins, the typical growing conditions and the properties of the fruit (Araújo et al., 2018; Yahia & Woolf, 2011). There are a vast number of avocado varieties with the main cultivars such as Hass, Fuerte, Bacon, Reed, Gwen, Edranol, Ettinger, Pinkerton, Shepard, Zutano etc., among them, Hass and Fuerte varieties are the most popular varieties (Hurtado-Fernández et al., 2018; Mardigan et al., 2018; Yahia & Woolf, 2011).

Avocado is a berry, composed of a big seed at the central, and pericarp which contains skin (exocarp), the edible part (mesocarp) and the covering layer of the seed (endocarp) with different weights range from 120 g and 2.5 kg, rough or smooth surface, thick or thin skin, oval to round shape (Araújo et al., 2018; Hurtado-Fernández et al., 2018). Avocado has a specific feature of ripening as it does not ripen on the tree; but ripening process starts after harvesting which needs 5 to 7 days at room temperature. Avocado pread all over the world especially in tropical and subtropical regions. ‘Hass’ variety, a Mexican strain, is the most important, well-recognized and commercially important type (Wang et al., 2010).

Avocado is known as a healthy product because of its high nutritional and phytochemical content (Yahia & Woolf, 2011). Accordingly, its production in the world has been increased continually between 1995 (2217521 million tonnes) and 2018 (6407171 million tonnes) and it is produced by more than 100 countries. Mexico has remained the main producer because its production accounts for approximately 34% of total production of avocados and it is also the leading exporter (FAOSTAT, 2018). Americas is the largest avocado producing continent with about 74% of the total production, it is followed by Africa then Asia (Figure 1.). Recently, the demand of avocado for food and nutraceutical industries has been rising owing to its before-mentioned characteristics (Hurtado-Fernández et al., 2018). Avocado is getting more attention also in Turkey. The plantation of avocado in Turkey dates back to the beginning of 1970s with the trials of Hass,

Fuerte, Zutano and Bacon varieties (brought from California via FAO) in Antalya, Dalaman, Alata, Adana and Iskenderun (Bayram, 2005). The production capacity of avocado in Turkey between 1995 and 2018 years has been scaled up from 153 tonnes to 3164 tonnes, and the production capacity has been doubled between 2013 and 2018 (FAOSTAT., 2018). In brief, as can be understood from the production statistics, avocado production tends to increase in the future.

Phytochemicals of Avocado Peel

Avocado peel is a rich source of phytochemicals (Table 1) regarding their total phenolic content range from 0.6 to 6.8 mg gallic acid equivalent/g sample (mg GAE/g sample) for the fresh avocado peel, and between the interval of 4.3-120.3 mg GAE/g for the dry avocado peel with the inter-varietal alterations. The peel, accounts for around 18% of the total fresh weight, which contains higher phenolic content and antioxidant activity than the reported values in the edible part (pulp) (Melgar et al., 2018; Rotta et al., 2016; Tremocoldi et al., 2018; Wang et al., 2010). When compared to other tropical fruit peels (banana, melon, passion fruit, papaya, pineapple and watermelon), avocado dried peel has the highest total phenolic content and the raw peel of the fruit presents the highest flavonoid content. Furthermore, dried avocado peel shows the highest antioxidant activity (FRAP assay) with the comparison of the peels of other fruits (Morais et al., 2015). The phenolic content and antioxidant activity of avocado peel are several-fold higher than the values reported for raw blueberries for their high antioxidant activity (Kosińska et al., 2012; López-Cobo et al., 2016; Wang et al., 2010).

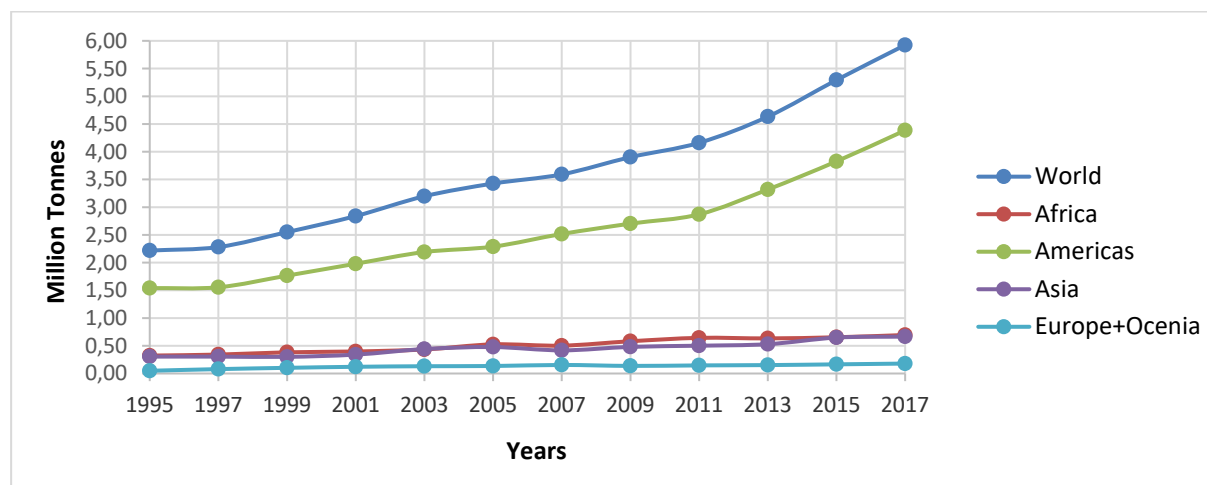


Figure 1. Avocado production of the world by years (FAOSTAT, 2017).

Table 1. Total phenolic content and antioxidant activities of avocado peel

Cultivars	Region	Fresh or dry substance	Total phenolic compounds	DPPH ⁱ	ABTS ^j	ORAC ^k	FRAP ^l	Extraction method	Reference
Hass	Australia	Dry	25.3 ^a	-	161.0 ^e	470.0 ^e	-	Methanol (80%) extraction with solid to solvent ratio 1:8 in a shaking water bath at 60 °C	(Kosińska et al., 2012)
Shepard	Australia	Dry	15.6 ^a	-	112.0 ^e	290.0 ^e	-		
Slimcado	Florida	Dry	4.6 ^b	39.7 ^d	-	58.2 ^d	-	Extraction with acetone/water/acetic acid via vortex and sonication	(Wang et al., 2010)
Simmonds	Florida	Dry	7.4 ^b	84.9 ^d	-	226.8 ^d	-		
Loretta	Florida	Dry	7.6 ^b	38.0 ^d	-	92.6 ^d	-		
Choquette	Florida	Dry	13.9 ^b	90.8 ^d	-	174.8 ^d	-		
Booth 7	Florida	Dry	13.2 ^b	80.0 ^d	-	164.9 ^d	-		
Booth 8	Florida	Dry	8.1 ^b	52.6 ^d	-	110.5 ^d	-		
Tonnage	Florida	Dry	4.3 ^b	51.9 ^d	-	187.6 ^d	-		
Hass	Mexico	Dry	12.6 ^b	189.8 ^d	-	631.4 ^d	-		
Hass	Spain	Fresh	90.0 ^c	89000 ^d	-	-	-	NR	(Rodríguez-Carpena et al., 2011)
Fuerte	Spain	Fresh	60.8 ^c	200000 ^d	-	-	-		
NR	Brazil	Fresh	1.8 ^c	-	-	-	27.8 ^f	Methanol extraction with solid to solvent ratio 1:10	(Morais et al., 2015)
NR	Brazil	Dry	12.5 ^c	-	-	-	441.8 ^f		
Hass	Portugal	Fresh	6.8 ^b	-	-	-	-	NR	(Vinha et al., 2013)
Hass	Brazil	Dry	63.5 ^b	310.0 ^e	791.5 ^e	-	1175.1 ^g	Extraction with acetone/water/acetic acid via vortex and sonication	(Tremocoldi et al., 2018)
Fuerte	Brazil	Dry	120.3 ^b	420.0 ^e	1004.5 ^e	-	1881.4 ^g		
NR	Brazil	Fresh	0.6 ^b	16.1 ^d	-	-	9.6 ^h	NR	(Rotta et al., 2016)
NR	Brazil	Dry	10.8 ^b	763.0 ^d	-	-	422.8 ^h	NR	

NR: not reported.

^a mg catechin equivalent/g DM.^b mg GAE/g sample.^c mg GAE/g DM.^d μmol TE/g.^e μmol TE/g DM.^f μmol FeSO₄/g DM.^g μmol Fe²⁺/g DM.^h μmol FeSO₄·7H₂O/g DM.ⁱ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl.^j 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid).^k oxygen radical absorbance capacity.^l ferric reducing antioxidant power.

Previous studies have reported that avocado peel contains more than 30 individual phenolic compounds and high polymeric compounds which can be extensively categorized into 3 groups; hydroxycinnamic acids (Table 2), flavonols (Table 2) and flavan-3-ols (Table 3). 5-O-caffeoylquinic acid, also known as chlorogenic acid, is the ester produced from cinnamic acids and quinic acid which is the main hydroxycinnamic acid in avocado peel. It exhibits anti-hyperglycaemic effects, greater DPPH activity than vitamin E, and it is also effective for the prevention of oxidation and formation of free radicals (Ahangarpour et al., 2019; Karasawa & Mohan, 2018; López-Cobo et al., 2016). Between the identified flavonols, the derivatives of quercetin were the dominating compounds (Kosińska et al., 2012; López-Cobo et al., 2016; Melgar et al., 2018). Flavonols are one of the biggest class of the flavonoids mainly gather in the peel of the fruits and associated with the control of oxidation, inflammation and protection against cardiac diseases (Figuroa et al., 2018).

The leading group of phenolics determined in avocado peel is flavan-3-ols ((epi)catechin derivatives) (Table 3) which comprises monomers, dimers and polymers (Melgar et al., 2018). Catechin, epicatechin, and A- and B-type dimers are subgroups of procyanidins (Wang et al., 2010). The oligomers and polymers, known as procyanidins, are one of the largest phenolic compounds in the food products which have been studied to propose prevention of cancer, inflammation and some chronic diseases (Mark et al., 2019; Wang et al., 2010). It is reported that the procyanidin level of avocado peel is comparable to the one determined in natural cocoa powder which have been declared to have great procyanidin amount. The primary procyanidins in avocado peel are in B-type. As avocado peel contains A-type procyanidins, it may lead to have some other health benefits such as preventing the infections of urinary tract, and also procyanidins were reported to be the main polyphenols that made contribution to the antioxidant activity of avocado peel. Chlorophylls, the pigments with potential antioxidant activities, are found in avocado peel, but they are not the dominant antioxidant compounds in avocado peel because of the weak correlation between pigment concentration and antioxidant activity (Wang et al., 2010).

Main Factors Affecting the Type and Amount of Phytochemicals in Avocado Peel

The type and amount of individual and total phenolics in avocado peel change according to some factors, such as the degree of maturation and ripening, variety, conditions of cultivation and the country of plant growth (Golukcu & Ozdemir, 2010; Hurtado-Fernández et al., 2018; Kosińska et al., 2012; Ozdemir & Topuz, 2004). For instance, among 8 different cultivars (Slimcado, Simmonds, Loretta, Choquette, Booth 7, Booth 8, Tonnage and Hass), Hass variety is reported to have the highest phenolic content (51.6 mg GAE/g) and ranked as the third highest antioxidant activity by the ORAC assay (428.8 μmol TE/g) in the peels with comparison to other varieties (Wang et al., 2010). Kosińska et al. (2012) compared the phenolic content and antioxidant capacities of 2 different varieties (Hass and Shepard) of avocado peels and reported significant variations among the varieties. To exemplify, (+)-catechin and procyanidin dimers were not detected in the peel of the Shepard cultivar, whereas they were found in the peel of Hass cultivar. Caffeoylquinic acid and quercetin derivatives were identified in the peels of both varieties. In another study, the difference of total phenolic content among ‘Hass’ and ‘Fuerte’ varieties were investigated and the results revealed that the peels of Fuerte variety has higher total phenolic content (120.3 mg GAE/g of dry avocado) than Hass variety (63.5 mg GAE/g of dry avocado) (Tremocoldi et al., 2018).

The colour and texture of avocado peel alter during the maturation stage, which cause changes in the types and amounts of phenolic and anti-fungal compounds (Bowen et al., 2018; Yahia & Woolf, 2011). The persin content of ‘Hass’ avocado peel was found to decrease apparently throughout the maturation stage, over ripened peel had nearly 30% less than total persin (the sum of persin and persenone-A) when the persin content was about 600 mg/kg at the early harvest period and 400 mg/kg at the late harvest period, almost 4 months later. Whilst ripening and storage, the concentrations decreased as well, however the degree of variation was depending upon the harvest concentration. The epicatechin and total (epi)-catechin (the sum of epicatechin and catechin monomers, epicatechin dimer B2, and (epi)-catechin oligomers) content reduced between the early and late harvest periods, while the changes regarding maturation were greater than the ones in storage and ripening (Bowen et al., 2018).

Table 2. Identified hydroxycinnamic acids and flavonols in avocado peel of different cultivars

Phenolic compounds	Cultivars	Quantity	Reference
<i>Hydroxycinnamic acids:</i>			
5-O-caffeoylquinic acid	Hass	81.8 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
	Shepard	77.4 µg/g DM	
	Hass	22.7 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
	Hass	-	(López-Cobo et al., 2016)
4-O-Caffeoylquinic acid quinic acid	Hass	20.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
	Hass	-	(López-Cobo et al., 2016)
<i>Flavonols:</i>			
quercetin-3,4'-diglucoside	Hass	46.1 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin 3-O-rutinoside	Hass	23.8 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin-3-O-arabinosyl-glucoside	Hass	80.4 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
	Hass	-	(López-Cobo et al., 2016)
quercetin-3-O-arabinoside	Shepard	94.1 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin 3-O-galactoside	Hass	31.2 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
	Shepard	144.1 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin-3-O-glucoside	Shepard	54.6 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
	Hass	1.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin derivative (I)	Shepard	63.7 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin derivative (II)	Hass	62.5 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin derivative (III)	Shepard	81.9 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
quercetin-diglucoside	Hass	-	(López-Cobo et al., 2016)
rutin	Hass	-	(López-Cobo et al., 2016)
quercetin-dihexoside	Hass	1.4 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin-pentoside-hexoside	Hass	1.5 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin-glucuronide	Hass	1.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin-hexoside	Hass	1.1 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin-rhamnoside-hexoside	Hass	1.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
quercetin-rhamnoside-pentoside	Hass	1.0 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
isorhametin-glucuronide	Hass	1.1 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)

^areported for ethanolic extracts.

Table 3. Identified flavan-3-ols and pigments in avocado peel of different cultivars

Phenolic compounds	Cultivars	Quantity	Reference
<i>Flavan-3-ol monomers:</i>			
catechin	Hass	148.8 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
epicatechin	Hass	46.5 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
	NR (raw peel)	1.8 µg/100g DM	(Morais et al., 2015)
	NR (dried peel)	1.3 µg/g DM	(Morais et al., 2015)
catechin hydrate	NR (raw peel)	3.00 µg/100g DM	(Morais et al., 2015)
	NR (dried peel)	1.7 µg/g DM	(Morais et al., 2015)
<i>Flavan-3-ol dimers:</i>			
procyanidin dimer B (I)	Hass	135.4 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
procyanidin dimer A	Hass	26.8 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
procyanidin dimer B (II)	Hass	55.1 µg/g DM	(Kosińska et al., 2012)
B-type (epi)catechin dimer	Hass	34.1 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
<i>Flavan-3-ol polymers:</i>			
B-type (epi)catechin trimer	Hass	26.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
B-type (epi)catechin tetramer	Hass	21.2 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
B-type (epi)catechin pentamer	Hass	16.6 mg/g extract ^a	(Melgar et al., 2018)
<i>Pigments:</i>			
Chlorophyll α	Slimcado	0.1 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Simmonds	0.5 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Loretta	0.4 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Choquette	1.1 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Booth 7	0.9 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Booth 8	0.9 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Tonnage	1.1 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Hass	21.0 µg/g	(Wang et al., 2010)
	Chlorophyll β	Slimcado	0.1 µg/g
Simmonds		0.8 µg/g	(Wang et al., 2010)
Loretta		0.7 µg/g	(Wang et al., 2010)
Choquette		2.0 µg/g	(Wang et al., 2010)
Booth 7		1.3 µg/g	(Wang et al., 2010)
Booth 8		1.7 µg/g	(Wang et al., 2010)
Tonnage		1.9 µg/g	(Wang et al., 2010)
Hass		20.2 µg/g	(Wang et al., 2010)

NR: not reported.

^a reported for ethanolic extracts.

Regarding drying as a pre-treatment method; different temperatures, airflow rate and loading density in convective drying have differential effects on total phenolic content of avocado peel. The increment in the drying temperature and air flow rate gives rise to decrease in total phenolic content of avocado peel (Saavedra et al., 2017). On the other hand, different drying methods such as oven drying and lyophilisation have variable effects on the phenolic content of avocado peel. Total phenolic content was found to decline with lyophilisation treatment, while it was increasing with oven drying process. Further, both lyophilisation and oven drying lead to decrease in the flavonoid content of avocado peel when compared to the raw samples. As regards to individual phenolic compounds subjected to the same drying conditions, some of them increased while others decreased (Morais et al., 2015). Heat treatment may cause different reactions on the phenolic compounds of avocado peel. Application of heat can be regarded as an effective technique in liberation of the bonds of phytochemicals to the free forms, which may result in the increase in the total phenolic content and antioxidant activity.

Nevertheless, the application of heat may also trigger destroying of heat sensitive phenolic compounds resulting in the loss of these compounds (Shodehinde & Oboh, 2013).

Potential Uses of Avocado Peel in the Food, Pharmaceutical and Some Other Industries

Processing of avocado generates a huge amount of peel and causes the loss of phytochemically rich materials of have high economic value (Colombo & Papetti, 2019; Coman et al., 2020; Permal et al., 2020). Avocado peel is traditionally used for livestock feed (Figuerola et al., 2018). Nonetheless, avocado peel contains important compounds for food, pharmaceutical and other industries as it has higher phenolic content than the pulp and seed (Kosińska et al., 2012; Rotta et al., 2016; Tremocoldi et al., 2018). For these reasons, recently, avocado peel has been drawing more attention and being investigating more extensively. The research reported on the valorisation of avocado peel are summarized in Table 4.

Table 4. Potential applications of avocado peel and its bioactive compounds in the food and pharmaceutical industries

The type of material	Functions	Usage/Potential usage	Reference
Dried avocado peel	Strong antioxidant activity	Production of phenolic compounds isolates and concentrates	(Saavedra et al., 2017)
Avocado peel extracted with acetone/water	Prevention of various oxidation reactions	Protection of raw porcine patties against different types of oxidation reactions	(Rodríguez-Carpena et al., 2011)
Lyophilised avocado peel	Strong antioxidant activity	Food preservative or an ingredient for functional foods	(Kosińska et al., 2012)
Avocado peel extracted with various solvents	Strong antioxidant activity	Food preservative as an antioxidant	(Antasionasti et al., 2017)
Avocado peel extracted with various solvents	Strong antioxidant and anti-inflammatory activities	Food supplement and functional food	(Tremocoldi et al., 2018)
Avocado peel	Strong antioxidant and antimicrobial activity	Food additive as antioxidant and antimicrobial	(Ortiz-Viedma et al., 2018)
Dried avocado peel	Strong antioxidant activity	Usage in tea production	(Rotta et al., 2016)
Avocado peel	Adsorption capacity	Production of avocado carbon peel	(Devi et al., 2008)
Avocado peel	Adsorption capacity	Production of carbaceous material	(Palma et al., 2016)
Avocado peel	Strong antioxidant activity	Production of nutraceuticals and colouring agents	(Wang et al., 2010)

Dried peels of avocado were used to produce a novel functional beverage. The tea produced from avocado peel was similar to mate tea having a high level of phenolic compounds with no significant difference during the storage (Rotta et al., 2016). The production of natural food preservatives is of great interest because the demand of food consumers for healthy products has been increasing (Mark et al., 2019). The avocado peel extract has been used to inhibit lipid and protein oxidation and to avoid colour deterioration of meat products, which make the peel as a potential natural food grade preservative (Rodríguez-Carpena et al., 2011).

Avocado peel extract was used to inhibit the release of the pro-inflammatory TNF- α and the inflammation mediator nitric oxide, probably due to its much phenolic compounds and antioxidant capacity (Tremocoldi et al., 2018). Furthermore, avocado peel extract has been proved to have higher radical scavenging and antioxidant activity than nisin, a natural antimicrobial dipeptide. In addition to this, peel extract had a remarkable antimicrobial effect on *Listeria innocua* (ATCC 33090), *Escherichia coli* (JMP101), *Lactobacillus sakei*, *Weissella viridescens* and *Leuconostoc mesenteroides*. The highest antimicrobial activity against *L. innocua* was reached with 61% of peel extract and 39% of nisin (Calderón-Oliver et al., 2016).

Some research proved that avocado peel has potential for the production of activated carbon to reduce the chemical and biological oxygen demand of coffee processing wastewater. Avocado peel activated carbon (APC) is reported to be a promising cheaper alternative to high-priced activated carbon as the adsorption capacity of APC was comparable to the commercial ones. Additionally, the quality of water treated with APC was convenient for irrigation and straight discharge to the water sources (Devi et al., 2008). Avocado peel is also studied to produce ecology-friendly adsorbents for the removal of basic and acidic dyes as a promising alternative to conventional activated carbons. The optimum conditions for the process were determined using the application of factorial design and response surface methodology as 900°C for carbonisation temperature at 65 min. Carbonised avocado peel is a promising adsorbent for various dyes removal due to its low cost and wide availability of the raw material along with the satisfying adsorption capacity (Palma et al., 2016).

Conclusions

Avocado is a worldwide cultivated and consumed fruit which is popular because of its nutritious bioactive composition and many health benefits. Avocado peel is a significant part of avocado as it can be exploited to produce food ingredients due to its rich content of high biological activity. The demand for avocado, is increasing year by year. Processing of avocado produces considerable amount of by-products, which represents multiple environmental problems. As a cheap and easily attainable raw material, avocado peel can be used for production of natural food additives, pharmaceuticals, medicines and nature-friendly adsorbents.

Future studies on avocado peel should be more comprehensive to identify the individual phenolic components and detect new compounds by application of more suitable extraction, isolation and characterisation techniques. Moreover, health benefits and potential applications of individual compounds obtained from avocado peel need additional in-depth research. In brief, the usage of avocado peel as an inexpensive and rich source of phytochemicals depends on 2 descriptive further aspects: (a) cost-efficient and effective recovering methods for phenolic compounds; (b) the potential usage of phenolic compounds as functional ingredients in food, medicine and pharmaceutical products.

Compliance with Ethical Standard

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

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

Funding disclosure: -

Acknowledgments: -

Disclosure: -

References

- Adikaram, N.K.B., Ewing, D.F., Karunaratne, A.M., & Wijeratne, E.M. (1992). Antifungal compounds from immature avocado fruit peel. *Phytochemistry*, 31(1), 93-96. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(91\)83013-B](https://doi.org/10.1016/0031-9422(91)83013-B)
- Ahangarpour, A., Sayahi, M., Sayahi, M. (2019). The antidiabetic and antioxidant properties of some phenolic phytochemicals: A review study. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 13(1), 854-857. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.11.051>
- Álvarez, S.P., Quezada, G. Á., Arbelo, O.C. (2015). Avocado (*Persea americana* Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123.
- Antasionasti, I., Riyanto, S., Rohman, A. (2017). Antioxidant activities and phenolics contents of avocado (*Persea americana* Mill.) peel in vitro. *Research Journal of Medicinal Plant*, 11(2), 55-61. <https://doi.org/10.3923/rj.mp.2017.55.61>
- Araújo, R.G., Rodriguez-Jasso, R.M., Ruiz, H.A., Pintado, M.M.E., Aguiar, C.N. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
- Bayram, S. (2005). Bazı avocado çeşitlerinde hasat zamanını belirlemek için fizyolojik parametrelerin kullanılması (Using of physiological parameters in some avocado cultivars to determine harvest date). Süleyman Demirel University, Master Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 53 p.
- Bowen, J., Billing, D., Connolly, P., Smith, W., Cooney, J., Burdon, J. (2018). Maturity, storage and ripening effects on anti-fungal compounds in the skin of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 146, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.08.005>
- Calderón-Oliver, M., Escalona-Buendía, H.B., Medina-Campos, O.N., Pedraza-Chaverri, J., Pedroza-Islas, R., & Ponce-Alquicira, E. (2016). Optimization of the antioxidant and antimicrobial response of the combined effect of nisin and avocado byproducts. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.048>
- Colombo, R., Papetti, A. (2019). Avocado (*Persea americana* Mill.) by-products and their impact: from bioactive compounds to biomass energy and sorbent material for removing contaminants. A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 943-951. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14143>
- Coman, V., Teleky, B., Mitrea, L., Martău, G.A., Szabo, K., Călinoiu, L., Vodnar, D.C. (2020). Bioactive potential of fruit and vegetable wastes. *Advances in Food and Nutrition Research*, 91, 157-225. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.07.001>
- Devi, R., Singh, V., Kumar, A. (2008). COD and BOD reduction from coffee processing wastewater using Avacado peel carbon. *Bioresource Technology*, 99, 1853-1860. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.039>
- FAOSTAT (2017). FAO statistical database (FAOSTAT). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Retrieved 2020 May 15, 2020.
- FAOSTAT (2018). FAO statistical database (FAOSTAT). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Retrieved 2020 July 17, 2020.
- Figuroa, J.G., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A. (2018). Comprehensive identification of bioactive compounds of avocado peel by liquid chromatography coupled to ultra-high-definition accurate-mass Q-TOF. *Food Chemistry*, 245, 707-716. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.011>
- Golukcu, M., Ozdemir, F. (2010). Changes in phenolic composition of avocado cultivars during harvesting time. *Chemistry of Natural Compounds*, 46(1), 112-115. <https://doi.org/10.1007/s10600-010-9541-5>
- Hurtado-Fernández, E., Fernández-Gutiérrez, A., Carrasco-Pancorbo, A. (2018). Avocado fruit-*Persea americana*. In: Rodrigues, S., Silva, Ede S. Brito, E.Sde. (Eds.). *Exotic Fruits Reference Guide*. Elsevier-Academic Press,

London.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00001-0>

Karasawa, M.M.G., Mohan, C. (2018). Fruits as prospective reserves of bioactive compounds: A review. *Natural Products and Bioprospecting*, 8, 335-346.

<https://doi.org/10.1007/s13659-018-0186-6>

Kosińska, A., Karamać, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., Dykes, G.A. (2012). Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* Mill. peels and seeds of two varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4613-4619.

<https://doi.org/10.1021/jf300090p>

Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Kong, M., Li, L., Zhang, Q., Liu, Y., Chen, H., Qin, W., Wu, H., & Chen, S. (2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, 21(10), 1374.

<https://doi.org/10.3390/molecules21101374>

López-Cobo, A., Gómez-Caravaca, A.M., Pasini, F., Caboni, M.F., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2016). HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado. *LWT - Food Science and Technology*, 73, 505-513.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.049>

Lu, Q., Arteaga, J.R., Zhang, Q., Huerta, S., Go, V.L.W., Heber, D. (2005). Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: role of lipid-soluble bioactive substances. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(1), 23-30.

<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2004.08.003>

Mardigan, L.P., Santos, V.J.dos., Silva, P.T.da., Visentainer, J.V., Gomes, S.T.M., Matsushita, M. (2018). Investigation of bioactive compounds from various avocado varieties (*Persea americana* Miller). *Food Science and Technology*, 39(1), 1-7.

<https://doi.org/10.1590/fst.34817>

Mark, R., Lyu, X., Lee, J.J.L., Parra-Saldívar, R., & Chen, W.N. (2019). Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. *Journal of Functional Foods*, 57, 233-254.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.008>

Melgar, B., Dias, M.I., Ciric, A., Sokovic, M., Garcia-Castello, E.M., Rodrigues-Lopez, A.D., Barros, L., Ferreira, I.C.R.F. (2018). Bioactive characterization of *Persea americana* Mill. by-products: A rich source of inherent antioxidants. *Industrial Crops and Products*, 111, 212-218.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.024>

Migliore, G., Farina, V., Dara Guccione, G., Schifani, G. (2018). Quality determinants of avocado fruit consumption in Italy. Implications for small farms. *Food Safety Management*, 19(163), 148-153.

Morais, D.R., Rotta, E.M., Sargi, S.C., Schmidt, E.M., Bonafe, E.G., Eberlin, M.N., Sawaya, A.C.H.F., & Visentainer, J.V. (2015). Antioxidant activity, phenolics and UPLC-ESI(-)-MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Research International*, 77, 392-399.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.036>

Ortiz-Viedma, J., Rodriguez, A., Vega, C., Osorio, F., De-fillipi, B., Ferraira, R., Saavedra, J. (2018). Textural, flow and viscoelastic properties of Hass avocado (*Persea americana* Mill.) during ripening under refrigeration conditions. *Journal of Food Engineering*, 219, 62-70.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.014>

Ozdemir, F., Topuz, A. (2004). Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chemistry*, 86(1), 79-83.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.012>

Palma, C., Lloret, L., Puen, A., Tobar, M., Contreras, E. (2016). Production of carbonaceous material from avocado peel for its application as alternative adsorbent for dyes removal. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 24(4), 521-528.

<https://doi.org/10.1016/j.cjche.2015.11.029>

Permal, R., Chang, W.L., Seale, B., Hamid, N., & Kam, R. (2020). Converting industrial organic waste from the cold-

pressed avocado oil production line into a potential food preservative. *Food Chemistry*, 306, 125635.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125635>

Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M. (2011). Avocado by-products as inhibitors of colour deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, 89(2), 166-173.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.013>

Rotta, E.M., Morais, D.R.de., Biondo, P.B.F., Santos, V.J.dos., Matsushita, M., Visentainer, J.V. (2016). Use of avocado peel (*Persea americana*) in tea formulation: a functional product containing phenolic compounds with antioxidant activity. *Acta Scientiarum-Technology*, 38(1), 23-29.

<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i1.27397>

**Saavedra, J., Córdova, A., Navarro, R., Díaz-Calderón, P., Fuentealba, C., Astudillo-Castro, C.Toledo, L., Enri-
one, J., & Galvez, L. (2017).** Industrial avocado waste: Functional compounds preservation by convective drying process. *Journal of Food Engineering*, 198, 81-90.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.11.018>

Sagar, N.A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E.M., & Lobo, M.G. (2018). Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 512-531.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>

Shodehinde, S.A., Oboh, G. (2013). Antioxidant properties of aqueous extracts of unripe *Musa paradisiaca* on sodium nitroprusside induced lipid peroxidation in rat pancreas in vitro. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(6), 449-457.

[https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60095-7](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60095-7)

Tremocoldi, M.A., Rosalen, P.L., Franchin, M., Massarioli, A.P., Denny, C., Daiuto, É.R., J.A.R., Melo, P.S., & de Alencar, S.M. (2018). Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PLoS One*, 13(2), e0192577.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192577>

Vinha, A.F., Moreira, J., Barreira, S.V.P. (2013). Physicochemical parameters, phytochemical composition and antioxidant activity of the Algarvian avocado (*Persea americana* Mill.). *Journal of Agricultural Science*, 5(12), 100-109.

<https://doi.org/10.5539/jas.v5n12p100>

Wang, W., Bostic, T.R., Gu, L. (2010). Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry*, 122(4), 1193-1198.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.114>

Yahia, E.M., Woolf, A.B. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.). In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

<https://doi.org/10.1533/9780857092762.125>

Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması antimitikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı

Yasemin ÇELEBİ SEZER, Hüseyin BOZKURT

Cite this article as:

Çelebi Sezer, Y., Bozkurt, H. (2021). Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması antimitikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı. *Food and Health*, 7(2), 150-163. <https://doi.org/10.3153/FH21016>

¹ Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, 80000
Osmaniye, Türkiye

² Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
27310 Gaziantep, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

Y.Ç.S. 0000-0002-4495-0206
H.B. 0000-0003-4676-6354

Submitted: 17.11.2020

Revision requested: 21.01.2021

Last revision received: 25.01.2021

Accepted: 26.01.2021

Published online: 27.03.2021

Correspondence: Yasemin ÇELEBİ SEZER

E-mail: yasemincelebisezer@gmail.com



© 2021 The Author(s)

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

ÖZ

Yapısı gereği daha kolay bozulma eğiliminde olan taze ve işlenmiş et ürünlerinin üretimi ve depolanması sürecinde birçok mikrobiyolojik, enzimatik, fizikokimyasal ve biyokimyasal değişim meydana gelmektedir. Bununla birlikte tüketiciler, katkı maddelerinin daha az kullanıldığı, doğal özellikleri en az düzeyde değişmiş, kolay hazırlanabilen, daha uzun raf ömrüne sahip, uygun maliyetli gıdaları daha çok tercih etmektedirler. Bu nedenlerle, gıda ambalajlama sanayi, özellikle gıdanın kalitesini ve güvenliğini koruma ve geliştirme amaçlı antimitikrobiyal ambalajlama sistemleri gibi geleneksel paketleme yöntemlerinde bulunmayan farklı işlevler içeren yeni uygulamaları geliştirmeye yönelmiştir. Bu tür paketlemede, gıda güvenliğini ve kalitesini iyileştirmenin yanı sıra mikroorganizmaların gelişme hızları yavaşlatılarak ürün raf ömrü uzatılmakta böylece ürünün taşınması ve depolanması esnasında mevcut mikroorganizma gelişimi de engellenmektedir. Bu sayede gıdalarla insan vücuduna alınan koruyucu maddeler azaltılarak sağlık üzerindeki olumsuz etkiler de önlenmektedir. Bu sistemlerde antimitikrobiyal gıda ambalaj bileşenlerinin ambalaj materyaline uygulanması; polimer içine antimitikrobiyal maddelerin ilavesi, polimer yüzeylerinin antimitikrobiyal maddelerle kaplanması, polimer üzerine antimitikrobiyal maddelerin immobilize edilmesi ve antimitikrobiyal özellikleri olan polimerlerin kullanımı şeklinde gerçekleştirilebilir. Bu derlemede genel olarak antimitikrobiyal ambalajlama ve uygulama yöntemleri açıklanarak et ve et ürünlerinde yenilikçi paketleme sistemleri ve kullanımı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Et ürünleri, Aktif ambalajlama, Antimitikrobiyal paketleme

ABSTRACT

Use of antimicrobial packaging systems in the production and storage of meat and meat products

Many microbiological, enzymatic, physicochemical, and biochemical changes occur during the production and storage of fresh and processed meat products, which tend to deteriorate more easily by their nature. Nevertheless, consumers mainly prefer cost-effective foods that have a longer shelf life and minimally modified natural properties, can be easily prepared, and in which fewer additives are used. For these reasons, the food packaging industry has turned towards developing new applications with different functions that are not found in traditional packaging methods, such as antimicrobial packaging systems, especially for the protection and improvement of food quality and safety. In this type of packaging, in addition to improving food safety and quality, the shelf life of the product is extended by slowing down the growth rate of microorganisms. Thus, the existing growth of microorganisms during the transportation and storage of the product is also prevented. Therefore, the preservatives taken into the human body with foods are reduced, and the negative effects on health are also avoided. In these systems, the application of antimicrobial food packaging components to the packaging material can be performed by the addition of antimicrobial agents into the polymer, coating polymer surfaces with antimicrobial agents, immobilizing antimicrobial agents on the polymer, and using polymers with antimicrobial properties. In this review, antimicrobial packaging and application methods were generally explained, and innovative packaging systems and their use in meat and meat products were evaluated.

Keywords: Meat products, Active packaging, Antimitikrobiyal packaging

Giriş

Gıda bozulmaları, fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin etkisiyle ürünlerin özelliklerine zarar vererek tüketici sağlığını ve güvenliğini tehdit etmektedir. Gıda bozulmalarına neden olan mikrobiyal gelişme sonucu, üründe kötü koku, aroma kayıpları, renk değişimi ve doku bozulmaları meydana gelmekle birlikte ürünlerin genel kalitesi ve güvenliği zarar görmekte, raf ömrü azalmakta ve bunun sonucunda gıda kaynaklı hastalık riski artmaktadır (Ahmed ve ark., 2017). Gıda kaynaklı hastalıklar ise dünyadaki birçok devlet için gıda güvenliği konusundaki endişeleri arttırmaktadır (Coma, 2012).

Gıda tedarik zincirinde kritik bir rol oynayan ambalajlama sanayi, koruma gibi temel işlevinin yanısıra yeni teknolojiler ile farklı özellikler kazandırılarak geliştirilmektedir. Paketlemenin başlıca görevleri arasında, tüm tedarik zinciri boyunca verimli taşımayı sağlamak, herhangi bir fiziksel hasarı önlemek ve hırsızlığa karşı koruma sağlamak sayılabilmektedir. Bununla birlikte gıda ambalajlama sanayi, günümüzde daha uzun raf ömrüne sahip taze, kullanışlı, lezzetli, güvenli, sağlıklı ve kaliteli gıda ürünlerine yönelik oluşan endüstriyel üretim eğilimleri ile birlikte son derece hızlı bir şekilde gelişmektedir (Ahmed ve ark., 2017; McMillin, 2017; Yıldırım ve ark., 2017). Örneğin, antimikrobiyal salım sistemleri, gaz tutucular veya yayıcılar, nem emiciler ve antioksidanlar gibi yardımcı bileşenler, paketleme sisteminin performansını artırmak amacıyla ambalaj malzemesine veya paket üst boşluğuna dahil edilebilmektedirler (Dobrucka ve Cierpiszewski, 2014).

Taze ve işlenmiş et ürünleri yapısı gereği diğer birçok gıdanın daha kolay bozulma eğiliminde oldukları bilinmektedir (Aymerich ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2010). Et kalitesi ve güvenilirliği, uygulanan ambalaj malzemeleri ve teknolojilerine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Fang ve ark., 2017). Et kalitesinin bozulmasına neden olan patojenik bakteriler genellikle ambalajlama ve taşıma sırasında kontaminasyona yol açmaktadırlar (Ahmed ve ark., 2017). Taze ve işlenmiş et ürünleri birçok gıdaya göre patojenik bakteriler ile daha kolay kontamine olmakta ve gıda kaynaklı salgınlara neden olabilmektedir (Sofos, 2008). Aynı zamanda, et ürünlerinin mikroorganizmalar tarafından bozulması önemli ekonomik kayıplara da yol açmaktadır (Wolfs ve Radstrom, 2006). Taze etlerin paketlenmesi ile bulaşma engellenmekte, bozulma geciktirilmekte, et yumuşaklığının sağlanabilmesi için bazı enzimatik aktiviteler gerçekleştirilmekte, ağırlık kaybı azaltılmakta ve miyoglobinin oksimiyoglobin formuna dönüşmesiyle tüketici tarafından istenen parlak kırmızı renk

sağlanmaktadır (Fang ve ark., 2017). İşlenmiş et ürünlerinde paketlenmesinde ise dehidrasyon, lipid oksidasyonu, renk ve aroma kaybı gibi kriterler dikkate alınmalıdır (Zhou ve ark., 2010). Et ve et ürünlerinde vakum paketleme, modifiye atmosfer paketleme ve kontrollü atmosfer paketleme gibi farklı özellik ve nitelikte paketleme sistemleri bulunmaktadır (Quintavalla ve Vicini, 2002). Ancak, günümüzde tüketiciler, katkı maddelerinin daha az kullanıldığı, doğal özellikleri en az düzeyde değişmiş, kolay hazırlanabilen, daha uzun raf ömrüne sahip, uygun maliyetli gıdaları daha çok tercih etmektedirler. Bu nedenlerle gıda ambalajlama sanayi, özellikle gıdanın kalitesini ve güvenliğini doğal yollarla koruma ve geliştirmeyi amaçlamıştır. Aktif ambalajlama gibi geleneksel paketleme yöntemlerinde bulunmayan farklı işlevler içeren yeni uygulamalar geliştirilmeye çalışılmıştır (Brody ve ark., 2008).

Bu çalışmada genel olarak aktif ambalajlama, antimikrobiyal paketleme ve uygulama yöntemlerinin et ve et ürünleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Aktif Ambalajlama

Aktif ambalajlama gıdanın raf ömrünü uzatmak, gıda güvenliğini geliştirmek ve duyu kaliteyi arttırmak amacıyla paketleme koşullarının değiştirilmesine dayanan bir ambalajlama sistemi şeklinde tanımlanmaktadır (Suppakul ve ark., 2003). Gıda, ambalaj malzemesi ve çevresel şartlar arasındaki ilişkiye dayanan aktif ambalajlama sistemlerinde ürün kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla belirli katkı maddeleri çeşitli yöntemlerle ambalaj materyalinin içerisine veya yüzeyine ilave edilmektedir (Imran ve ark., 2010).

Avrupa Birliği Komisyonu 450/2009 sayılı Yönetmelik (EU, 2009)'e göre, ambalaj, dış çevreye karşı geleneksel koruma ve inert bariyerin dışında işlevler sağladığında aktif olarak nitelendirilmektedir. Aktif ambalajlama sistemleri ile gıdanın içine veya gıdanın etrafındaki ortama madde salımı veya gıdanın etrafını saran ambalaj ile gıdalardan veya çevreden gelen kimyasalların absorbe edilmesi sağlanmaktadır. Ambalajın iç ortamı, aktif maddelerin ped, tablet veya poşet yoluyla pakete dahil edilmesi ve mikrobiyal çoğalmayı ve diğer bozunma süreçlerini engellemek için buharlaşma ve absorpsiyon işlemleri gibi mekanizmalara izin verilmesi ile değiştirilebilmektedir (Ahmed ve ark., 2017).

Aktif paketleme fonksiyonları ve teknolojileri arasında nem düzenleme, oksijen/ karbondioksit/etilen gazlarının difüzyonunun kontrolü, oksijenin tutulması veya emilmesi, oksijen

veya karbondioksit üretimi, kokuların kontrolü, tatların artırılması yer almaktadır (Realini ve Marcos, 2014). Bununla birlikte et ve et ürünleri için gelecek vaat eden ve en yaygın kullanılan aktif ambalajlama çeşidi antimikrobiyal paketleme sistemleridir (Quintavalla ve Vicini, 2002; Ahmed ve ark., 2017).

Antimikrobiyal Paketleme Sistemleri

Et ve et ürünlerinin mikrobiyal gelişimini engelleyerek, raf ömrünü uzatabilmek amacıyla kullanılan antimikrobiyal bileşenler çözelti haline getirilerek püskürtme veya daldırma gibi geleneksel yöntemlerle uygulanabilmektedir. Ancak, bu yöntemlerde antimikrobiyal maddelerin doğrudan gıdaya uygulanması durumunda aktif bileşen, yüzeyden gıda kütlelerinin içerisine doğru hızlı bir şekilde difüze olacağından ilave edilen maddenin antimikrobiyal aktivitesinde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca et formulasyonuna eklenen antimikrobiyal ajanlar gıda bileşenleri ile interaksyona girerek geleneksel uygulamanın faydalarını sınırlandırabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı yüksek konsantrasyonda aktif bileşen içeren filmlerin kullanılmasıyla bileşenler ürün yüzeyine geçiş yapabilmekte ve antimikrobiyal özellik gösterebilmektedir (Quintavalla ve Vicini, 2002). Gıda güvenliği ve biyoterörizm ile birebir ilgili olan antimikrobiyal ambalajlamayla mikrobiyal popülasyon kontrol altına alınmakta ve spesifik mikroorganizmalar hedeflenerek yüksek ürün güvenliği ve kalitesi sağlanmaktadır (Quintavalla ve Vicini, 2002; Ahmed ve ark., 2017). Bu tür paketlemede, gıda güvenliğini ve kalitesini iyileştirmenin yanı sıra mikroorganizmaların gelişme hızları yavaşlatılarak ürünün raf ömrü uzatılmaktadır (Ahmed ve ark., 2017). Böylece, antimikrobiyal aktivite daha uzun süreli olacağından ürünün taşınması ve depolanması esnasında mevcut veya kontamine mikroorganizma gelişimi de engellenmektedir (Quintavalla ve Vicini, 2002). Susuz asitler, enzimler, bakteriyosinler, organik asitler, parabenler, yağ asitleri, şelat ajanları (EDTA, sitrik asit, malik asit), polipeptit (laktoferrin), kitosan, antibiyotikler, fenolik bileşenler, uçucu yağlar, nitrit, sülfid, probiyotikler ve polisakkaritler paketleme sistemlerinde çoğunlukla kullanılan antimikrobiyal bileşenlerdendir (Quintavalla ve Vicini, 2002). Aktif ambalajlar için üretilen ticari antimikrobiyallere konsantre (AgION LLC, USA), ekstrakt (Nisaplin) ve film (Microgard) örnek olarak verilebilir. Gümüş katkılı zeolit ticari olarak üretilip en yaygın kullanılan antimikrobiyal bileşenlerdendir. Gümüş iyonları güçlü bir antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Quintavalla ve Vicini, 2002). Antimikrobiyal gıda am-

balaj bileşenlerinin ambalaj materyaline uygulanması; polimer yüzeylerinin antimikrobiyal maddelerle kaplanması, polimer içine antimikrobiyal maddelerin ilavesi, polimer yüzeylerinin antimikrobiyal maddelerle kaplanması, polimer üzerine antimikrobiyal maddelerin immobilize edilmesi ve antimikrobiyal özellikleri olan polimerlerin kullanımı şeklinde gerçekleştirilebilir (Han, 2000).

Polimer yüzeylerinin antimikrobiyal bileşenlerle kaplanması: Bu yöntemle antimikrobiyal bileşenler ekstrüzyon sonrasında polimer kaplama solüsyonuna ilave edilerek filme dahil edilirler. Antimikrobiyal ajanlar, gıda içerisine difüzyon (uçucu olmayan bileşenler) veya buharlaşma (uçucu bileşenler) ile üst boşluğa geçerek gıda yüzeyine salınabilmektedirler. Kontrollü bir şekilde filme yerleştirilen antimikrobiyal bileşenlerin kaplama uygulaması bir sonraki aşamada gerçekleştiğinden üründe kontaminasyon riski minimize edilmesine rağmen bu yöntemin uygulanmasında hazırlanan film yüksek sıcaklığa maruz kalmaktadır. Bu sistemler için ticari olarak en yaygın kullanılan antimikrobiyal bileşen Japonya’da geliştirilen gümüş katkılı zeolittir. Zeolit, geniş bir antimikrobiyal spektrum gösteren gümüş iyonları ile yer değiştirerek çok katlı ince bir tabaka oluşturmaktadır (Coma, 2008).

Polimer içine antimikrobiyal maddelerin ilavesi: Antimikrobiyal ajanların ambalaj filmlerine doğrudan dahil edilmesi, antimikrobiyal aktivitelerin gerçekleştirilmesinde en kullanışlı yöntemdir (Ahmed ve ark., 2017). Bakteriyosinler, enzim, şelat ajanları ve organik asitler gibi bileşenler kullanılarak antimikrobiyal etkili filmler geliştirilmiştir (Coma, 2008). Bileşenler, reçine formundaki ambalaj materyaline doğrudan ilave edilerek üretilmekle birlikte koekstrüzyon tekniği ile çok katmanlı ambalaj filmleri üretiminde katmanlardan birisi üzerine laminasyon ile ambalaj materyaline uygulanabilir (Cooksey, 2001). Bu yöntemde triklosan ve gümüş katkılı zeolitler gibi termal olarak kararlı antimikrobiyal ajanlar, paketleme malzemelerine ekstrüzyon veya enjeksiyon kalıplama yoluyla dahil edilebilirler (Cooksey, 2001; Quintavalla ve Vicini, 2002). Bununla birlikte, enzimler gibi ısıya duyarlı antimikrobiyal ajanlar; elektrospinning, döküm ve solvent birleştirme gibi termal olmayan yöntemler kullanılarak eklenebilmektedir (Appendini ve Hotchkiss, 2002). Aynı zamanda, bu antimikrobiyaller, gıda yüzeyinde kontrollü bir şekilde salınabilmek için çok katmanlı filmler şeklinde eklenebilirler. Çok katmanlı filmlerden matris katmanı aktif bileşenleri tutarken, bariyer katmanı aktif bileşenlerin paketin dışına doğru hareketini durdurmakta ve iç katman mikrobiyal ajanların difüzyonunu kontrol ederek gıda yüzeyi boyunca göçün daha

başarılı gerçekleşmesi sağlanabilmektedir (Appendini ve Hotchkiss, 2002; Coma, 2008; Ahmed ve ark., 2017).

İyonik ya da Kovalent Bağlarla Antimikrobiyal Polimerlerin İmmobilizasyonu: Antimikrobiyal maddelerin polimerlere iyonik ya da kovalent bağlarla immobilizasyonu mümkündür. İmmobilizasyonun gerçekleşebilmesi için antimikrobiyal maddenin ve polimer matriksin en az bir kovalent bağ içeren fonksiyonel grup içermesi gerekmektedir (Appendini ve Hotchkiss, 2002). İmmobilizasyon işlemi sırasında bazı durumlarda polimer yüzeyini biyoaktif maddeye bağlayan boşluk oluşturucu moleküllerin varlığına ihtiyaç duyulabilmektedir (Üçüncü, 2011).

Antimikrobiyal Özellikleri Olan Polimerlerin Kullanımı: Polimerlerin yüklü aminlerinin, hücre ölümüne neden olan mikroorganizmaların hücre zarı üzerindeki negatif yüklerle etkileşime girmesi ile antimikrobiyal aktivite gerçekleşir. Kitosan ve poli-L-lisin antimikrobiyal özellikleri bulunan polimerlere örnek olarak verilebilir (Fang ve ark., 2017).

Antimikrobiyal Ambalajlama Sistemlerinin Et ve Et Ürünleri Üzerine Uygulama Örnekleri

Son zamanlarda patojen mikroorganizmaların neden olduğu bozulmayı engellemek amacıyla antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinde proteinlerin, özellikle enzimlerin ve bakteriyosinlerin kullanımı üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır (Min ve ark., 2005; Barbiroli ve ark., 2012; Yıldırım ve ark., 2018). Ambalaj filmlerine kimyasal olarak bağlanarak ya da fiziksel olarak hapsedilerek antimikrobiyal özellik gösteren enzimler gıda paketlenmesinde kullanılabilir (Yıldırım ve ark., 2018). Lizozim, Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından frankfurter sosis kılıflarında kullanılan antimikrobiyal enzim olarak kabul edilmekle birlikte Avrupa'da lizozim (E1105) kullanımı, gıda katkı maddeleri hakkındaki 95/2/EC yönetmeliği kapsamındadır (EU, 1995). Gram-pozitif bakteriyel peptidoglikanların glikozidik bağlarını yok ederek antimikrobiyal aktivite gösteren lizozim, peynir altı suyu protein filmlerine 204 mg/g dahil edilerek *Listeria monocytogenes* gelişmesini 4.4 log kob/cm²'ye kadar inhibe etmiş ve füme somonun raf ömrünü uzatmıştır (Min ve ark., 2005). Barbiroli ve ark. (2012), lizozim ve laktoferrin antimikrobiyal özellikli proteinleri karboksimetil selüloz içeren kağıt tabakalara dahil etmişlerdir. Antimikrobiyal proteinlerden birini veya her ikisini içeren kağıt tabakalara yerleştirilen ince et dilimleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarında, lizozimin et numunesindeki aerobik bakterilerin gelişmesini önlemede etkili olduğu

ve kontrole göre yaklaşık 1 log azalma sağladığı rapor edilmiştir (Tablo 1).

Nisin, pedyosin, enterosin gibi bakteriyosinler mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu üretilen diğer doğal antimikrobiyal bileşenlerdir (Ahmet ve ark., 2017). Bakteriyosinler, başta Gram pozitif (+) bakteriler olmak üzere gıda bozulmasına neden olan bakterilerin gelişmesini engelleyen bazı laktik asit bakteri (LAB) türleri tarafından üretilen peptidler veya küçük proteinlerdir (Yıldırım ve ark., 2018). Bakteriyosinlerden nisin, metilselüloz/hidroksipropil metilselüloz kaplamalara (Franklin ve ark., 2004) veya polietilen (PE) filmlere (Siragusa ve ark., 1999) ilave edilmiş olup düşük yoğunluklu polietilen filmlere (LDPE) (Neetoo ve ark. 2008) veya kartonların üzerine kaplanmıştır (Lee ve ark. 2004). Bununla birlikte yapılan çalışmalarla, sosisli sandviç, sığır eti, soğuk füme somon gibi birçok yiyecekte de nisinin bakteriyel gelişmeyi etkili bir şekilde engellediği görülmüştür. Chi-Zhang ve ark. (2004), *L. monocytogenes* bakterisine karşı nisinin etkisini incelemek amacıyla nisini ilk olarak sadece gıdaya, sonrasında ambalaj malzemesine ve son olarak da hem gıda hem ambalaja ilave ederek üç farklı model sistemde değerlendirmiş ve en etkili yöntemin nisin içeren ambalaj ve gıda kombinasyonu olabileceğini saptamışlardır. Kanatlı kümes hayvan etleri için nisin kaplamalı polietilen, polipropilen, poliamit, polyester, polivinil klorür filmlerinin uygun nitelikte olduğu görülmüştür (Chen ve Williams, 2005). Vakum ambalajlanmış frankfurter sosisler nisin içeren metil ve hidroksi metil selüloz ile kaplanmış düşük yoğunluklu polietilen filmlerle (LDPE) ambalajlanmış ve filmlerin *L. monocytogenes* üzerine etkisi incelenmiştir. 156.3 IU/ml düzeyindeki nisin 60 günlük soğukta depolanmasında frankfurter sosislerin yüzeyine inoküle edilen *L. monocytogenes* seviyesinde önemli bir değişim sağlamazken; 7500 ve 10000 IU/ml düzeyindeki nisin yaklaşık 4 log'luk azalma sağladığı rapor edilmiştir (Franklin ve ark., 2004). Millette (2007) taze bifteklerde zararlı bileşenlerin üretimini engellemek amacıyla modifiye aljinat matrislerine 0, 500 ve 1000 ml'lik üç farklı konsantrasyonda nisin hapsederek film üretmiştir. Üretilen filmler ile 4 log kob/g *Staphylococcus aureus* bakterisi inokule edilen taze biftekler ambalajlanmış ve 14 gün soğuk depolamaya bırakılmıştır. Depolama sonucunda 500 ve 1000 UI/ml nisin içeren filmler ile ambalajlanmış örneklerde *S. aureus* bakteri seviyelerinde sırasıyla 2.20 ve 2.81 log azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ticari olarak üretilen nisin değişik sıcaklıklarda (8, 25, 40 ve 60°C) selofana adsorpsiyonu incelenmiş ve nisin 8°C ve

üzerinde adsorbsiyonunun gerçekleştiği görülmüştür. Geliştirilen biyoaktif selofan bazlı kaplamanın dana etlerinde 12 günlük soğuk muhafaza boyunca toplam bakteri sayısında yaklaşık 1.5 log'luk azalma sağladığı ve et ürünlerinin raf ömürlerini uzattığı saptanmıştır (Guerra ve ark., 2005). *Brochothrix thermosphacta* inoküle edilen biftekler nisin ilave edilmiş polietilen (PE) film ile vakum uygulanarak ambalajlanmıştır (Siragusa, 1999). Sonuç olarak depolama süresince nisin ile kaplanmış filmler ile ambalajlanmış örneklerin mikrobiyal yükünün daha az olduğu rapor edilmiştir. Mauriello ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada biftek ve kıyma örnekleri *Lactobacillus curvatus*'un ürettiği bakteriyosinle kaplanmış, PE filmlerle paketlenerek 4°C'de 24 saat süreyle depolanmış ve sonuç olarak *L. monocytogenes* seviyelerinde 1 log azalma olduğu tespit edilmiştir. Scannell ve ark. (2000) yapmış oldukları diğer bir çalışmada ise nisin ve laktisin 3147 immobilizasyon yöntemi ile plastik filmlere (PE/poliamid (PA), 70:30) uygulanmıştır. PE/PA filmler sadece nisin ile dayanıklı bağ oluşturup üç aylık oda koşullarında ve buzdolabı sıcaklığında depolanma süresince antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir. Daha sonra domuz jambonları modifiye atmosfer teknolojisi (MAP) (%60 N₂: %40 CO₂) uygulanarak nisin adsorbe edilmiş antimikrobiyal film ile ambalajlanmış ve sonuç olarak *Listeria innocua* ve *S. aureus* bakteri seviyelerinde yaklaşık 2 log azalma görülüp jambonların raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise taze ıstiridye ve kıyılmış etler, nisin ve laktisin NK24 ile kaplanmış antimikrobiyal filmler ile ambalajlanarak 3 ve 10°C'de depolanmış ve toplam bakteri ile koliform bakteri sayılarındaki değişimlerine bakılmıştır. Sonuç olarak, bakteriyosin içeren filmler ile paketlenen ürünlerin diğer ürünlere göre mikrobiyal ve kimyasal kalitesinin daha iyi olduğu ve raf ömürlerinin belirgin bir şekilde uzadığı görülmüştür. Aynı zamanda her iki bakteriyosinin de (nisin ya da laktisin NK24) ürün kalitesinin korunmasında farklılık göstermediği rapor edilmiştir (Kim ve ark., 2002). Nisin, Gram (+) bakteri grupları üzerinde etkili olmasına rağmen şelat ajanları ile birlikte kullanıldığında Gram (-) bakteriler üzerinde de etkilidir (Cleveland ve ark., 2001). Taze tavuk yüzeylerine bulaşan *Salmonella* bakterisini inhibe etmek ve buzdolabı koşullarında depolama süresini uzatabilmek amacıyla tavuk etleri, nisin formülasyonu içeren filmler ile ambalajlanmıştır. Bu amaçla, polivinil klorür (PVC), naylon ve lineer düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) film kullanılmış ve nisin konsantrasyonu Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), polisorbat 80 ve sitrik

asit ile üç farklı muameleye tabi tutulmuştur. Ambalajlanmadan önce ürünlere nalidiksik asit dirençli (NAr) *Salmonella typhimurium* bakterisi inoküle edilmiştir. Sonuç olarak nisin içeren filmler ile paketlenen ürünlerin buzdolabı koşullarında raf ömürlerinin 0.6 günden 2.2 güne çıktığı görülmüştür (Natarajan ve Sheldon, 2000). Yapılan diğer çalışmada polietilen bazlı polimer filme eklenen nisin şelat ajanı (EDTA) ile kullanımıyla ette gelişen *B. thermosphacta* bakterisine karşı antimikrobiyal aktivitesinin değişimi değerlendirilmiştir. Bu amaçla ete 3.5 log *B. thermosphacta* bakterisi inoküle edilmiş ve örnekler 4°C'de 21 gün depolanmıştır. İki kontrol polimer filmi (PE veya %70 PE+%30 PEO) ve nisin konsantrasyonu %0.1 oranında üç polimer filmi (PE+nisin, PE+PEO+nisin ve PE+nisin+EDTA) olmak üzere toplamda beş farklı polimer bileşimi hazırlanmıştır. Sonuç olarak PE+PEO+nisin ve PE+EDTA+nisin polimer filmlerinin et yüzeylerinde PE+nisin polimer filmlere göre daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Cutter ve ark., 2001). Soya filmleri üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise filmler içerisine laurik asit (%8) ve saf nisin (%2.5) ayrı ayrı ve birlikte kombine edilerek ilave edilmiştir. Biyosit emdirilmiş filmler ile hindi sosislerinin yüzeyinde gelişen ve inoküle edilen *L. monocytogenes* bakterisini inhibe etme özelliği kontrol grupları ile karşılaştırılmıştır. Kontrol grubu filmler ile ambalajlanan ürünlere 22°C'de 48 saat sonrasında *L. monocytogenes* seviyesi 10⁶'dan 10⁹'a yükselirken, nisin ve laurik asitin birlikte kullanıldığı filmler ile paketlenen sosislerde 10⁶ düzeyinde var olan *L. monocytogenes* bakterisi 8 saat sonunda tamamen inhibe edilmiştir (Dawson ve ark., 2002). Pedyosinler, *Pediococcus* spp. tarafından üretilen bazı patojenik bakterileri inhibe eden antimikrobiyal peptitlerdir (Cotter ve ark., 2005). Yapılan çalışmada, selüloz bazlı emülsiyon içerisinde %25 ve %50 oranlarında pediyosin içeren filmlerin domuz jambonu üzerine antimikrobiyal etkinliği değerlendirilmiştir. Domuz jambonları 10⁶ birim *L. innocua* ve *Salmonella* bakterileri içeren solüsyona daldırılarak vakum ambalajlama yapılmış ve 12°C'de 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 gün depolanmıştır. Depolama sonunda (15 gün) %50 oranında pediyosin içeren filmler ile kaplanmış ürünlere *L. innocua* bakterisinin miktarında kontrole göre 2 log azalma görülmüştür. Aynı zamanda %25 ve %50 oranlarında pediyosin içeren filmler ile paketlenen ürünlere 12 günlük depolama sonucunda *Salmonella* miktarlarında 0.5 log azalma rapor edilmiştir. Depolama süresince domuz jambonlarının muhafazasında kullanılacak ambalaj filmlerine pediyosin ilavesinin diğer iyi üretim uygulamaları arasında engeller teknolojisi yöntemi olarak önemli bir potansiyelinin olduğu rapor

edilmiştir (Santiago-Silva ve ark., 2009). *L. monocytogenes* inokule edilmiş et ve tavuk örnekleri 7.75 µg/cm²'lik pediyosin ile kaplanmış ambalajlar ile paketlenerek 12 hafta 4°C'de depolanmıştır. Çalışma sonucunda kaplama materyali olarak kullanılan pediosin tozunun et ve tavuk örneklerinde bulunan *L. monocytogenes*'i inaktive ettiği saptanmıştır (Ming ve ark., 1997). *Enterococcus faecium* bakterisi tarafından üretilen enterosin 200 ve 2000 AU/cm² iki farklı konsantrasyonda aljinat, zein ya da polivinil alkol gibi biyoyenilenebilir filmlere inoküle edilerek ambalajlanan domuz jambonunda *L. monocytogenes* bakterisi gelişimi incelenmiştir. Sonuç olarak, 2000 AU/cm² enterosin içeren aljinat filmlerin vakum paketleme yapılmış ve 6°C'de depolanmış ürünlerinde *L. monocytogenes* bakterisi üzerinde etkili oldukları görülmüştür (Marcos ve ark., 2007) (Tablo 1).

Son zamanlarda petrol bazlı katkı maddelerinin gıda muhafazası için aktif malzemeler olarak kullanımının azaltılmasına yönelik ilginin artmasıyla doğal koruyucu özelliğe sahip uçucu yağlar antimikrobiyal amaçlı bileşen olarak ambalajlama endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Alves-Silva ve ark., 2013). Bitki savunmasında önemli bir rol oynayan uçucu yağlar güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip ikincil metabolitlerdir (Yıldırım ve ark., 2018). Karanfil, tarçın, kekik, biberiye, sarımsak gibi bitki kaynaklarından elde edilen ekstraktlar et ve et ürünlerinin paketlenmesinde kullanılan doğal antimikrobiyal bileşenler arasında yer almaktadır (Feng ve ark. 2017) ve çoğu GRAS (Generally Regarded As Safe) (Ruiz-Navajas ve ark., 2013) olarak sınıflandırılan bu uçucu yağlar biyo-bazlı emülsiyonlaştırılmış filmler ve kaplamalarda katkı maddeleri olarak kapsamlı bir şekilde birçok çalışmada incelenmiştir (Yıldırım ve ark., 2018). Seydim ve Sarıkuş (2006) kekik ve sarımsak yağı içeren peynir altı suyu proteini bazlı filmlerin *S. aureus*, *Salmonella enteritidis*, *L. monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Lactobacillus plantarum* bakterileri üzerinde etkili olduklarını rapor etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada MAP teknolojisi

(%40CO₂/%30N₂/30%O₂, %100 CO₂, %80 CO₂/20% hava, vakum ve hava) ile kekik yağının uçucu bileşiklerinin antimikrobiyal etkisi birlikte kullanılarak 0, 5 ve 10°C'de depolanan taze etlerin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla PE film içerisine et örneğine değdirilmeden yağ ekstraktı yerleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kekik yağının uçucu bileşenleri ile MAP teknolojisinin birlikte kullanımının etlerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde sinerjistik etki yaparak ürün raf ömrünün uzamasında etkili oldukları rapor edilmiştir (Skandamis ve Nychas, 2002). Ruiz-Navajas ve ark. (2015) tarafından pişmiş jambonun güvenliğini ve raf ömrünü artırmak için, kitosan bazlı filmlere %2 oranında halk arasında kekik olarak bilinen *Thymus piperella* ve *Thymus moroderi* türlerinin uçucu yağları eklenmiştir. Örneklerde 21 günlük depolama sonrasında, *T. piperella* ve *T. moroderi* bazlı filmlerin kaplanmamış örneklere kıyasla aerobik mezofilik bakteri döngüsünde sırasıyla 0.87 ve 0.53 log azalmaya yol açtığı gözlenmiştir. Sonuçta *T. piperella* türünün daha yüksek karvakrol konsantrasyonu içermesi nedeniyle daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir. Kekik yağı ile yapılan başka bir çalışmada ise dilimlenmiş yenmeye hazır pişmiş domuz etinin soğuk (+4°C) depolama sırasında raf ömrünü uzatmak için aktif bir paketleme sistemi tasarlanmıştır. Bu amaçla %0.5, %1 ve %2 oranlarında kekik yağı kitosan içeren filmle kaplanmıştır. Maya popülasyonlarının kekik yağı varlığından etkilendiğini ve maya sayılarının filmdeki kekik yağı oranının bir fonksiyonu olarak özellikle ilk 21 günlük saklama sırasında azaldığını bildirmişlerdir (Quesada ve ark., 2016). Tarçın yağı antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinde aktif bileşen olarak en çok çalışılan uçucu yağlar arasında yer almaktadır (Yıldırım ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada uçucu yağ kaybının önlenmesi amacıyla polilaktik nanofilm içerisine tarçın yağı β-siklodekstrin ile kompleks oluşturarak elektrospinning tekniği yoluyla dahil edilmiştir (Wen ve ark., 2016) (Tablo1).

Tablo 1. Et ve Et Ürünlerine Uygulanan Antimikrobiyal Ambalajlama Sistemi Örnekleri

Antimikrobiyal Bileşen Grubu	Antimikrobiyal Bileşen	Ürün	Taşıyıcı film	Antimikrobiyal etki	Kaynaklar
Enzim	Lizozim	Füme somon	Peynir altı suyu proteini filmleri	<i>L. monocytogenes</i>	Min ve ark. (2005)
Enzim	Lizozim ve laktoferin	İnce et dilimleri	Karboksümetil selüloz içeren kağıt tabakalara	Aerobik bakterilerin gelişmesini önleme	Barbiroli ve ark. (2012)
Bakteriyosin	Nisin	Frankfurter sos	Metil ve hidroksi metil selüloz ile kaplanmış LDPE	<i>L. monocytogenes</i>	Franklin ve ark. (2004)
Bakteriyosin	Nisin	Biftek	Modifiye aljinat matris	<i>S. aureus</i>	Millette (2007)
Bakteriyosin	Nisin	Sığır eti	Selofan	Toplam bakteri sayısı	Guerra ve ark. (2005)
Bakteriyosin	Nisin	Sığır eti	PE	<i>B. thermosphacta</i>	Siragusa (1999)
Bakteriyosin	Kurvasin A	Biftek ve kıyma	PE	<i>L. monocytogenes</i>	Mauriello ve ark. (2004)
Bakteriyosin	Nisin ve laktisin 3147	Domuz jambonu	PE/PA (70:30)	<i>L. innocua, S. aureus</i>	Scannell ve ark. (2000)
Bakteriyosin	Nisin, laktisin NK24	Taze ıstiridye ve kıyılmış sığır eti	LDPE, PA	Toplam aerob ve koliform bakteriler	Kim ve ark. (2002)
Bakteriyosin	Nisin (EDTA, Tween 80 ve sitrik asit)	Tavuk eti	LLDPE, PVC, naylon	<i>S. typhimurium</i>	Natrajan ve Sheldon (2000)
Bakteriyosin	Nisin (EDTA)	Sığır eti	PE	<i>B. thermosphacta</i>	Cutter ve ark. (2001)
Bakteriyosin	nisin, laurik asit	Hindi sucuk	Soya protein	<i>L. monocytogenes</i>	Dawson ve ark. (2002)
Bakteriyosin	Pediosin	Dilimlenmiş domuz jambonu	Selüloz	<i>Salmonella</i> ve <i>L. innocua</i>	Santiago-Silva ve ark. (2008)
Bakteriyosin	Pediosin	Et ve tavuk eti	Plastik ambalajlama poşetleri	<i>L. monocytogenes</i>	Ming ve ark. (1997)
Bakteriyosin	Enterosin	Domuz jambonu	Aljinat, zein ya da polivinil alkol	<i>L. monocytogenes</i>	Marcos ve ark. (2007)
Uçucu yağ	Kekik (oregano)	Taze sığı eti	PE	bakteri gelişmesinin azalması	Skandamis ve Nychas (2002)
Uçucu yağ	<i>Thymus moroderi, Thymus piperella</i>	Pişmiş jambon	Kitosan	Toplam mezofilik aerobik bakteri	Ruiz-Navajas ve ark. (2015)
Uçucu yağ	<i>Thymus vulgaris</i>	Pişmiş domuz eti	Kitosan	Toplam maya sayısı	Quesada ve ark. (2016)
Uçucu yağ	Tarçın esansiyel yağı / β -siklodekstrin inklüzyon kompleksi	Domuz eti	Polilaktik asit nanofilim	<i>E. coli, S. aureus</i>	Wen ve ark. (2016)
Doğal Antimikrobiyal Polimer	Kitosan	Hindi göğsü	Etilen kopolimer film	<i>L. monocytogenes, E. coli O157:H7</i>	Joerger ve ark. (2009)
Doğal Antimikrobiyal Polimer	Kitosan	Izgara yapılmış Domuz eti	PVDC/naylon	bakteri gelişmesinin azalması	Yingyuad ve ark. (2006)
Doğal Antimikrobiyal Polimer	ϵ -polilizin	Sığır eti	Peynir altı suyu protein filmleri	LAB gelişmesini azaltılması	Zinoviadou ve ark. (2010)
Doğal Kökenli Antimikrobiyal Bileşen	Greyfurt çekirdeği ekstraktı	Taze kıyılmış et	Çok katmanlı PE film	<i>E. coli, S. aureus, B. subtilis</i>	Ha ve ark. (2001)
Organik Asit	Sitrik asit	Kıyma	Ekstrüde edilmiş mısır nişastası (%30) / LLDPE filmleri	Toplam bakteri sayısı	Junior ve ark. (2015)
Organik Asit ve uçucu yağ	Asetik asit, propiyonik asit, laurik asit ve sinemaldehit	İşlenmiş et	Kitosan	<i>Enterobacteriaceae, Serratia liquefaciens</i>	Quattara ve ark. (2000)
Organik Asit	Sorbik asit	Sığır bologna	PVDC	<i>L. monocytogenes</i>	Limjaroen ve ark. (2005)
Organik bileşik	Oksitlenmiş rejenere selüloz	Salam	Poli (ϵ -kaprolakton (PCL) film	<i>L. monocytogenes</i>	Sezer ve ark. (2016)
Antimikrobiyal sentetik bileşen	Triklolan	Tavuk göğsü	Plastik film	<i>L. monocytogenes</i>	Vermeiren ve ark. (2002)
Antimikrobiyal sentetik bileşen	Triklolan	Domuz jambonu	PE	<i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i>	Camilloto ve ark. (2009)
Doğal Antimikrobiyal Polimer, Bakteriyosin, Zeolit	Kitosan, nisin, gümüş katkılı zeolit ve potasyum sorbat	Tavuk eti	LDPE	Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı	Soysal ve ark. (2015)
Doğal Antimikrobiyal Polimer, Zeolit	Kitosan, AgZeo	Isıl işlem görmüş sucuk	LDPE	toplam aerobik bakteri ve LAB sayısı	Çelebi Sezer ve Bozkurt (2019)
Nanomateriyal	Ag	Tavuk göğsü fileto	PVC	Raf ömrü uzaması	Azlin-Hasim ve ark. (2016)
Nanomateriyal	Ag/ZnO	Tavuk göğsü fileto	LDPE	Toplam bakteri sayısı	Panea ve ark. (2014)
Nanomateriyal	ZnO	Kümes hayvan eti	Aktif film (sodyum aljinat, kalsiyum klorit ve gliserol	<i>S. aureus, S. typhimurium</i>	Akbar ve Anal (2014)

Birçok hedef mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal ve antifungal aktivite gösteren kitosan veya polilizin gibi doğal özelliklere sahip antimikrobiyal polimerler, film ve kaplamalar da kullanılmaktadır (Yıldırım ve ark., 2018). Yapılan çalışmada kitosan ile kaplanmış kopolimer etilen filmler ile paketlenen hindi göğüs etleri 4°C’de 15 gün depolanmış ve *L. monocytogenes* bakterisinde 1.2 log azalma olduğu kaydedilmiştir. Aynı zamanda kitosan kaplı filmlerin 55°C sıcaklığa, 350 MPa (Megapaskal) yüksek basınca ya da %1’lik sodyum diasetat çözeltisine maruz bırakılması sinerjistik etki oluşturmuştur (Joerger ve ark., 2009). Yingyuad ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada PVDC (poliviniliden klorür)/naylon üzerine kitosan kaplamanın ve vakum ambalajlamanın ızgara edilmiş domuz etinin soğuk depolama sırasında ürün kalitesine ve raf ömrü üzerine etkilerini incelemiştir. Kitosan kaplama, oksidasyonu minimize ederek peroksit, renk değişim ve mikrobiyal gelişim değerlerinde azalmalar meydana getirmiştir. Bununla birlikte uygulanan vakum ambalajlama ile oksijen miktarı azalmış ve mikroorganizma gelişimi geciktirilmiştir. Sonuç olarak ızgara edilmiş domuz etleri üzerinde kalite özelliklerini iyileştirmede ve raf ömrünün uzatılmasında antimikrobiyal ambalajlamanın bir çeşidi olarak kitosan kaplamanın vakum ambalajlama ile birlikte kullanılabilceği rapor edilmiştir. Gram pozitif ve negatif bakterilere karşı etkili doğal bir antimikrobiyal polipeptit olan polilizin ambalaj malzemelerine dahil edilmesine ilişkin sınırlı sayıda çalışma vardır (Yıldırım ve ark. 2018). Zinoviadou ve ark. (2010), taze kesilmiş sığır eti porsiyonlarında laktik asit bakterilerinin gelişimini azaltarak raf ömrünü uzatan ε-polilizin içeren peynir altı suyu proteini filmleri geliştirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada taze dilimlenmiş biftekler, doğal kökenli antimikrobiyal etkiye sahip greyfurt çekirdeği ekstraktı içeren PE filmler ile ambaljanmıştır. Greyfurt çekirdeği ekstraktı çok katmanlı PE filmlerin üretiminde koekstrüzyon yöntemiyle katmanlardan birisi olarak ya da reçine formundaki ambalaj materyaline doğrudan ilave edilerek üretilmiştir. Agar difüzyon testine göre koekstrüzyon tekniği ile üretilmiş %1’lik greyfurt çekirdek ekstraktı içeren PE filmlerin sadece *Metaphycus flavus*’a karşı etkin olduğu görülürken diğer yöntemle üretilen %1’lik greyfurt çekirdek ekstraktı içeren PE filmlerin *E. coli*, *S. aureus* ve *B. subtilis*’a karşı etkin oldukları rapor edilmiştir. Böylece doğrudan ilave edilerek üretilen PE filmlerin daha geniş antimikrobiyal etki gösterdiği görülmüştür. Aynı zamanda greyfurt çekirdek ekstraktı ile kaplanmış filmler ile ambaljanlanmış bifteklerin lipit oksidasyon de-

ğlerinin (TBARS) daha az olduğu görülmüştür. Ayrıca, çalışmada greyfurt çekirdek ekstraktı seviyesinin %0.5 ya da %1 olması biftek kalitesinin korunmasında etkili olmadığı bildirilmiştir (Ha ve ark., 2001) (Tablo 1).

Antimikrobiyal aktivite gösteren bazı organik asitler ve bunların türevleri olan bileşikler, ambalajlama filmlerine dahil edilebilirler (Yıldırım ve ark., 2018). Junior ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada sitrik asit/mısır nişastası/gliserol karışımı (%30) LLDPE (%70) filmlerine dahil edilmiş ve 10 günlük değerlendirme periyodunun sonunda kontrol numunelerine kıyasla antimikrobiyal filmlerle paketlenmiş sığır kıymasında toplam bakteri sayısında yaklaşık 1 log azalma gözlenmiştir. Çalışma sonucunda sitrik asit içeren antimikrobiyal filmlerin kıyılmış sığır etinin raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir. Quattara ve ark. (2000) işlenmiş et ürünlerinde yüzey bozucu bakterileri inhibe etmek amacıyla kitosan ilave edilmiş antimikrobiyal filmler geliştirmişlerdir. Kitosan matrisi içerisine asetik asit, propiyonik asit, laurik asit ve sinealdehit ilave edilerek üretilip sucuk ve pastırma gibi et ürünlerine uygulanmıştır. Depolama süresince kitosan matrisi içerisinde kalan antimikrobiyal ajanların miktarları ölçülmüş ve propiyonik asitin asetik asite göre matriksten daha hızlı ayrıldığı rapor edilmiştir. Ayrıca antimikrobiyal filmlerin laktik asit bakterilerine karşı etkisi olmamakla birlikte *Enterobacteriaceae* ve *Serratia liquefaciens* bakterileri üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu görülmüştür. Çalışmada sucuk üzerinde en yüksek antimikrobiyal etkiyi sinemaldehit içeren filmler göstermiştir. Limjaroen ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada 10^3 ve 10^5 kob/g *L. monocytogenes* ile aşılansız sığır bolognalar, %1.5 veya %3 w/v sorbik asit içeren çözücü kullanılarak döküm tekniğiyle kaplanmış PVDC filmler ile paketlenmişlerdir. 4°C’de 28 gün depolamadan sonra, antimikrobiyal filmlerle paketlenmiş ve 10^5 kob/g *L. monocytogenes* ile aşılansız sığır bologna örneklerinde kontrole kıyasla her iki sorbik asit film için 4.4 log daha düşük *L. monocytogenes* sayısı elde edilmiştir. 10^3 kob/g *L. monocytogenes* ile aşılansız sığır eti örnekleri, bunun tersine, kontrole kıyasla %1.5 ve %3 sorbik asit filmleri için *L. monocytogenes* sırasıyla 6.5 ve 7.2 log daha düşük tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada poli ε-kaprolakton (PCL) filmlere oksitlenmiş rejenere selüloz mikropartikülleri (%4 w/w) dahil edilmiş ve bunların antibakteriyel aktiviteleri *L. monocytogenes* (10^4 kob/g) ile aşılansız ve dilimlenerek paketlenen salam üzerinde değerlendirmiştir. Aktif PCL filmleri ile 4°C’de 14

gün depolama sonucunda *L. monocytogenes*'in %50'si (yaklaşık 8 log kob/g) inhibe edilmiştir (Sezer ve ark., 2016) (Tablo1).

Triklosan (2,4,4'-trikloro-2'-hidroksidifenil eter) tatsız, koku-suz ve ağızdan alındığında toksik olmayan, gıda kaynaklı patojenlere ve bozucu mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösteren sentetik bir bileşiktir (Chung ve ark., 2003; Espitia ve ark., 2016). Yüksek sıcaklıklara ve antimikrobiyal aktiviteye karşı yüksek işleme direnci nedeniyle, triklosanın, antimikrobiyal gıda paketlemelerinde polimerik matrislere uygun bir sentetik bileşen olduğu bildirilmiştir (Espitia ve ark., 2016). Vermeiren ve ark. (2002) in vitro koşullarda vakum ambalajlamanın *L. monocytogenes*'e karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği, ancak 7°C'de depolanan %1 triklosan içeren vakum ambalajlanmış tavuk göğüslerinde *L. monocytogenes* üzerinde güçlü bir antimikrobiyal etkisi olmadığı görülmüştür. Triklosan eklenmiş plastikler ette birçok patojen bakterinin gelişimini engellemesine rağmen, soğukta saklanmış ve vakum ambalajlanmış et yüzeylerinde bir etkinlik göstermediği rapor edilmiştir. Bunun sebebi olarak et içerisinde bulunan yağ asitlerinin varlığı olabileceği ileri sürülmüştür (Cutter, 1999). Yapılan çalışmada *E. coli* ve *S. aureus* inokule edilen domuz jambonları ekstrüzyon yöntemiyle farklı seviyelerde triklosan içeren PE filmler ile ambalajlanmıştır. 12 günlük ($7 \pm 2^\circ\text{C}$) depolama sonucunda *E. coli* ve *S. aureus* miktarlarında 1.5 log azalma kaydedildiği rapor edilmiştir (Camilloto ve ark., 2009). Yapılan diğer bir çalışmada stiren-akrilat polimerine triklosan eklenerek antimikrobiyal katman oluşturulmuştur. İndikatör mikroorganizma olarak ette, peynirde ve sebze yüzeylerinde bozulmaya sebep olduğu bilinen *E. faecalis* seçilmiştir. Çalışmada triklosan kaplamasının sağladığı bakteriyel inhibisyon ile kaplamadan su ve gıda benzeri çözücülere etken maddenin serbest bırakılma kinetiği araştırılmıştır. Yüksek miktarda triklosanın, hızlı bir şekilde geçişinden dolayı bu tür kaplamaların yağlı gıdalarda kullanımının uygun olmadığını rapor edilmiştir (Chung ve ark., 2003) (Tablo1).

Son yıllarda plastik ambalaj malzemelerine antimikrobiyal özellik kazandıran inorganik madde içerikli özel zeolitlerin kullanımı önem kazanmaktadır. Gümüş gibi antimikrobiyal özelliklere sahip elementleri içeren bu zeolitler, az miktarda kullanılmaları, daha kararlı bir yapıya sahip olmaları, çözücülere karşı dirençlerinin yüksek olması gibi önemli avantajlara sahiptirler (Üçüncü, 2011) ve antimikrobiyal madde olarak ambalajlama sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Vermeiren ve ark. 1999). Sodyum iyonları yerine gümüş

katkılı zeolitler %1-3 oranlarında polimere ilave edilmektedir (Brody ve ark. 2001). Yapılan çalışmada LDPE'ye dahil edilen nisin, potasyum sorbat veya gümüş katkılı zeolit ile kombinasyon halinde kullanılan kitosanın 5°C'de 6 gün depolanan tavuk butlarının fizikokimyasal ve mikrobiyal kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Soysal ve ark. 2015). LDPE tabakasında %2 kitosan, nisin, gümüş katkılı zeolit ve potasyum sorbat içeren torbalarda paketlenen numunelerin toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları, kontrol torbalarında paketlenen numunelere göre sırasıyla 1.03, 0.98, 0.51 ve 0.17 kat daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Çelebi Sezer ve Bozkurt (2019) kitosan ve gümüş katkılı zeolit (AgZeo) ile formüle edilmiş ısıl işlem görmüş sucuklar için antimikrobiyal kılıf geliştirmiştir. Çalışma sonucunda, aktif kılıfların kullanımının toplam aerobik bakteri ve LAB sayısını azalttığını rapor etmişlerdir (Tablo1).

Antimikrobiyal özellikleri bulunan nanomateryallerin, özellikle antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinde kullanımı büyük önem kazanmıştır (Ayhan, 2013). 1 ile 100 nm arasındaki antimikrobiyal nanopartiküller, paketlenmiş gıdanın raf ömrünü uzatmak amacıyla bir polimer matriksi içine dahil edilmektedirler. Nano boyuttaki antimikrobiyal bileşenlerin yüksek yüzey-hacim oranı ve gelişmiş yüzey reaktivitesi, mikro veya makro ölçekli antimikrobiyal bileşenlere göre mikroorganizmalara daha etkili bir şekilde inaktivasyon sağlamaktadır (Radusin ve ark. 2016). Yaygın olarak kullanılan veya test edilen antimikrobiyal nanopartiküller, metal iyonları (gümüş, bakır, altın, platin), metal oksit (titanyum dioksit, çinko oksit, magnezyum oksit) ve organik olarak modifiye edilmiş nanokillerdir. Gümüşün (Ag) antimikrobiyal özelliği nano boyutta arttığından dolayı gıda paketleme malzemelerine antimikrobiyal ajanlar olarak dahil edilmeleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Yıldırım ve ark., 2018). Azlin-Hasim ve ark. (2016), PVC ve gümüş nanopartiküllere dayalı nanokompozit malzeme ile paketlenmiş tavuk göğsü filetolarının lipid oksidasyonlarının daha düşük olduğu ve bu malzemelerin ürünün raf ömrünü önemli ölçüde uzattığını rapor etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise LDPE film matrikslerine ilave edilen Ag/ZnO (gümüş/çinko oksit) nanomateryallerin tavuk göğsü filetolarının lipid oksidasyon seviyelerini yükseltmesine rağmen ürünlerdeki mikroorganizma sayısını düşürmüştür (Panea ve ark., 2014). Akbar (2014) tarafından taze kümes hayvanı etinin paketlenmesi için ambalaj filmlerinde ZnO nanopartikülleri kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre $8 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyondan sonraki 24 saat içinde *S. aureus* ve *S. typhimurium* bakteri sayılarında 2 log azalma gözlenmiş ve

6-8 günlük inkübasyondan sonra *S. aureus* ve *S. typhimurium* bakterileri tespit edilememiştir (Tablo1).

Sonuç

Et ve et ürünleri oldukça besleyici gıdalar olmakla birlikte yapısı gereği bozucu ve patojen mikroorganizmaların ortamda çoğalmasıyla ürün kalitesinin kısa sürede bozulması gıda güvenliği açısından yüksek risk oluşturmaktadır. Geleneksel ambalajlama yöntemlerinde gıdanın sadece dış etkenlerden korunması amaçlanırken, antimikrobiyal ambalajlama yöntemleri ile çeşitli aktif bileşenler tek başına ya da kombine olarak ambalaj materyaline eklenerek gıdanın depolanması ve taşınması esnasında mikroorganizma gelişiminin inhibisyonu amaçlanmıştır. Bu sayede ürün kalitesi ve güvenirliliği sağlanarak raf ömrü uzatılmaktadır. Diğer taraftan geleneksel yöntemlerde antimikrobiyal maddelerin direk gıdaya ilave edilmesi ile daha fazla koruyucu madde insan vücuduna alınmakta ve toplum sağlığını tehdit etmektedir. Antimikrobiyal paketleme teknolojisi sayesinde aktif maddelerin gıda ile teması azaltılarak insan vücuduna alınmaları büyük miktarda engellenmekte ve insan sağlığı üzerindeki tehditler azaltılmaktadır. Antimikrobiyal paketleme sistemlerinin gelişmesi ve uygulamalarına yönelik çalışmaların artması et ve et ürünlerinde meydana gelen mikrobiyolojik bozulmaların azaltılarak raf ömrünün uzatılmasına, gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanmasına olanak sağlayacaktır. Yeni bir teknoloji olan antimikrobiyal paketleme teknolojisinin daha çok gelişmesi ve yaygınlaşması için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Antimikrobiyal ambalajların üretimine yönelik yöntemler henüz gelişme aşamasındadır. Bu bağlamda antimikrobiyal ambalaj teknolojisi uygulanmış materyallerin endüstriyel ölçekte üretimi ve katma değeri yüksek aktif ambalaj filmlerinin üretilip ekonomiye kazandırılması önem teşkil etmektedir.

Etik Standart ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A.L., Li, Z., Qazi, I. M., Pavasea, T.R., Lv, L. (2017). A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food Control*, 82, 163-178.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.009>

Akbar, Anal A.K. (2014). Zinc oxide nanoparticles loaded active packaging, a challenge study against Salmonella typhimurium and Staphylococcus aureus in ready-to-eat poultry meat. *Food Control*, 38, 88-95.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.065>

Alves-Silva, J. M, dos Santos, S.M.D., Pintado, M.E., Pe´rez-A´lvarez, J.A., Fern´andez-L´opez, J., Viuda-Martos, M. (2013). Chemical composition and in vitro antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from some herbs widely used in Portugal. *Food Control*, 32(2), 371-78.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.022>

Appendini, P. and Hotchkiss, J.H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science*, 3, 113-126.

[https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(02\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(02)00012-7)

Ayhan, Z. (2013). Potential applications of nanomaterials in food packaging and interactions of nanomaterials with food. In: Silvestre C, Cimmino S, editors. Ecosustainable polymer nanomaterials for food packaging: *Innovative solutions, characterization needs, safety and environmental issues*. Boca Raton, Florida, U.S.A: CRC Press. p 243-79.

Aymerich, T., Picouet, P.A., , Monfort, J.M. (2008). Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, 78, 111-129.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.007>

Azlin-Hasim, S., Cruz-Romero, M.C., Morris, M.A., Padmanabhan, S.C., Cummins, E., Kerry, J.P. (2016). The potential application of antimicrobial silver polyvinyl chloride nanocomposite films to extend the shelf-life of chicken breast fillets. *Food and Bioprocess Technology*, 9(10), 1661-1673.

<https://doi.org/10.1007/s11947-016-1745-7>

Barbiroli, A., Bonomi, F., Capretti, G., Iametti, S., Manzoni, M., Piergiovanni, L., Rollini, M. (2012). Antimicrobial activity of lysozyme and lactoferrin incorporated in cellulose-based food packaging. *Food Control*, 26(2), 387-392.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.046>

- Brody, A.L., Strupinsky, E.R. and Kline, L.R. (2001).** Antimicrobial packaging. Active packaging for food applications (pp. 131-189). Lancaster: A Technomic Publishing. <https://doi.org/10.1201/9781420031812>
- Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H., Sand, C.K. and Mchugh, T.H. (2008).** Innovative Food Packaging Solutions. *Journal Of Food Science*, 73, 8. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00933.x>
- Camilloto, G.P., de Fátima Ferreira Soares, N., dos Santos Pires, A.C., de Paula, F.S. (2009).** Preservation of sliced ham through triclosan active film. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 22(8), 471-477. <https://doi.org/10.1002/pts.871>
- Chen, H., Williams, J. (2005).** Bacteriocins offer enormous promise in food packaging safety advances. Available source: <http://www.silliker.com/html/eResearch/vol1issue2.php> (Accessed: 24.07.2020)
- Chi-Zhang, Y., Yam, K. L., Chikindas, M. L. (2004).** Effective control of *Listeria monocytogenes* by combination of nisin formulated and slowly released into a broth system. *International Journal of Food Microbiology*, 90(1), 15-22. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00168-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00168-5)
- Chung, D., Papadakis, S. E., Yam, K. L. (2003).** Evaluation of a polymer coating containing triclosan as the antimicrobial layer for packaging materials. *International Journal of Food Science & Technology*, 38(2), 165-169. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2003.00657.x>
- Cleveland, J., Montville, T.J., Nes, I.F., Chikindas, M.L. (2001).** Bacteriocins: Safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 71, 1-20. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00560-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00560-8)
- Coma, V. (2008).** Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat Science*, 78, 90-103. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.035>
- Coma, V. (2012).** Antimicrobial and antioxidant active packaging for meat and poultry. In *Advances in meat, poultry and seafood packaging* (pp. 477-503). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857095718.4.477>
- Cooksey, K. (2001).** Antimicrobial food packaging materials. *Additives for Polymer*, 8, 6-10. [https://doi.org/10.1016/S0306-3747\(01\)80187-1](https://doi.org/10.1016/S0306-3747(01)80187-1)
- Cotter, P.D., Hill, C., Ross, R.P. (2005).** Bacteriocins: Developing innate immunity for food. *Nature Reviews*, 3, 777-788. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1273>
- Cutter, C.N. (1999).** The effectiveness of triclosan-incorporated plastic against bacteria on beef surfaces. *Journal of Food Protection*, 62(5), 474-479. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.5.474>
- Cutter C.N., Willet J.L., Siragusa G.R. (2001).** Improved antimicrobial activity of nisin-incorporated polymer films by formulation change and addition of food grade chelator. *Letters in Applied Microbiology*, 33(4), 325-328. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2001.01005.x>
- Çelebi Sezer, Y., Bozkurt, H. (2019).** Use of novel casing in sucuk production: Antimicrobials incorporated into multilayer plastic film. *Acta Alimentaria*, 48(1), 1-8. <https://doi.org/10.1556/066.2018.0001>
- Dawson, P.L., Carl, G.D., Acton, J.C., Han, I.Y. (2002).** Effect of lauric acid and nisin impregnated soy-based films on the growth of *Listeria monocytogenes* on turkey bologna. *Poultry Science*, 81, 721-726. <https://doi.org/10.1093/ps/81.5.721>
- Dobrucka, R., Cierpiszewski, R. (2014).** Active and intelligent packaging food research and development- a review. *Poish Journal of Food and Nutrition Science*, 64(1), 7e15. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0091-3>
- Espitia, P.J.P., Batista, R.A., Otoni, C.G., Soares, N.F.F. (2016).** Antimicrobial food packaging incorporated with triclosan: potential uses and restrictions. In *Antimicrobial food packaging* (pp. 417-423). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00033-4>
- European Union (1995).** European Parliament and Council Directive No 95/2/EC of 20 February 1995 on food additives other than colours and sweeteners. Available from: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/> (Accessed: 24.07.2020)
- EU (2009).** Guidance to the commission regulation (EC) No 450/2009 of 29 May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food. *Off J Eur Union*, L135, 3-11.

- Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R.D., Johnson, S.K. (2017). Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.002>
- FDA (2001). U.S. Office of Premarket Approval, Agency Response Letter GRAS Notice No. GRN 000064: Lysozyme. Available from: <https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/ucm153975.htm>. Accessed 2017 October 25.
- Feng, X., Fu, C., Yang, H. (2017). Gelatin addition improves the nutrient retention, texture and mass transfer of fish balls without altering their nanostructure during boiling. *LWT- Food Science and Technology*, 77, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.024>
- Franklin, N.B., Cooksey, K.D., Getty, K.J.K. (2004). Inhibition of *Listeria monocytogenes* on the surface of individually packaged hot dogs with a packaging film coating containing nisin. *Journal of Food Protection*, 67(3), 480-485. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.3.480>
- Guerra, N.P., Macias, C.L., Agrasar, A.T, Castro, L.P. (2005). Development of a bioactive packaging cellophane using Nisaplin as biopreservative agent. *Letters in Applied Microbiology*, 40, 106-110. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01649.x>
- Ha, J.U., Kim, Y.M., Lee, D.S. (2001). Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef. *Packaging Technology and Science*, 15, 55-62. <https://doi.org/10.1002/pts.537>
- Han, J.H. (2000). Antimicrobial Food Packaging. *Food Technology*, 54(3), 56-65.
- Imran, M., Revol-Junelles, A. M., Martyn, A., Tehrani, E. A., Jacquot, M., Linder, M., Desobry, S. (2010). Active Food Packaging Evolution: Transformation from Micro- to Nanotechnology, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(9), 799-821. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.503694>
- Joerger, R.D., Sabesan, S., Visioli, D., Urian, D., Joerger, M.C. (2009). Antimicrobial activity of chitosan attached to ethylene copolymer films. *Packaging Technology and Science*, 22, 125-138. <https://doi.org/10.1002/pts.822>
- Junior, A.V., Fronza, N., Bortolini Foralosso, F., Dezen, D., Huber, E., Zimnoch dos Santos, J.H., Francisco Machado, R.A., Novy Quadri, M.G. (2015). Biodegradable duo-functional active film: Antioxidant and antimicrobial actions for the conservation of beef. *Food Bioprocess and Technology*, 8, 75-87. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1376-9>
- Kim, Y.M., Paik, H.D., Lee, D.S. (2002). Shelf-life characteristics of fresh oysters and ground beef as affected by bacteriocin-coated plastic packaging film. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 998-1002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1125>
- Lee, C.H., An, D.S., Lee, S.C., Park, H.J., Lee, D.S. (2004). A coating for use as an antimicrobial and antioxidative packaging material incorporating nisin and α -tocopherol. *Journal of Food Engineering*, 62(4), 323-329. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00246-2)
- Limjaroen, P., Ryser, E., Lockhart, H., Harte, B. (2005). Inactivation of *Listeria monocytogenes* on beef Bologna and Cheddar cheese using polyvinylidene chloride films containing sorbic acid. *Journal of Food Science*, 70(5), M267-M71. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09982.x>
- Marcos, B., Aymerich, T., Monfort, J. M., Garriga, M. (2007). Use of antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham. *International Journal of Food Microbiology*, 120(1-2), 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.06.003>
- Mauriello, G., Ercolini, D., La Storia, A., Casaburi, A., Villani, F. (2004). Development of polythene films for food packaging activated with an antilisterial bacteriocin from *Lactobacillus curvatus*. *Journal of Applied Microbiology*, 97, 314-322. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02299.x>
- McMillin, K.W. (2017). Advancements in meat packaging. *Meat science*, 132, 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.015>
- Min, S., Harris, L.J., Krochta, J.M. (2005). Antimicrobial effects of lactoferrin, lysozyme, and the lactoperoxidase system and edible whey protein films incorporating the lactoperoxidase system against *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Science*, 70(7), 332-338. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11476.x>

Millette, M., Le Tien, C., Smoragiewicz, W., Lacroix, M. (2007). Inhibition of *Staphylococcus aureus* on beef by nisin-containing modified alginate films and beads. *Food Control*, 18, 878-884.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.003>

Ming, X., Weber, G., Ayres, J., Sandine, W. (1997). Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats. *Journal of Food Science*, 62, 413-415.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04015.x>

Natrajan, N., Sheldon, B.W. (2000). Efficacy of nisin-coated polymer films to inactivate *Salmonella typhimurium* on fresh broiler skin. *Journal of Food Protection*, 63, 1189-1196.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.9.1189>

Neetoo, H., Ye, M., Chen, H., Joerger, R.D., Hicks, D.T., Hoover, D.G. (2008). Use of nisin-coated plastic films to control *Listeria monocytogenes* on vacuum-packaged cold-smoked salmon. *International Journal of Food Microbiology*, 122(1-2), 8-15.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.043>

Panea, B., Ripoll, G., González J., Fernández-Cuello, A., Albertí P. (2014). Effect of nanocomposite packaging containing different proportions of ZnO and Ag on chicken breast meat quality. *Journal of Food Engineering*, 123, 104-112.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.09.029>

Quesada, J., Sendra, E., Navarro, C., Sayas-Barberá, E. (2016). Antimicrobial active packaging including chitosan films with *Thymus vulgaris* L. essential oil for ready-to-eat meat. *Foods*, 5(3), 57.

<https://doi.org/10.3390/foods5030057>

Quintavalla, S., Vicini, L. (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62, 373-380.

[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00121-3)

Quattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Bégin, A., Holley, R.A. (2000). Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with Chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 139-148.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00407-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00407-4)

Radusin, T.I., Ristić, I.S., Pilić, B.M., Novaković, A.R. (2016). Antimicrobial nanomaterials for food packaging applications. *Food and Feed Research*, 43(2), 119-126.

<https://doi.org/10.5937/FFR1602119R>

Realini, C. E., Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science*, 98, 404-419.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.031>

Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A., Fernández-López J. (2013). In Vitro antioxidant and antifungal properties of essential oils obtained from aromatic herbs endemic to the southeast of Spain. *Journal of Food Protection*, 76(7), 1218-1225.

<https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-554>

Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Barber, X., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A., Fernández-López J. (2015). Effect of chitosan edible films added with *Thymus moroderi* and *Thymus piperella* essential oil on shelf-life of cooked cured ham. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6493-6501.

<https://doi.org/10.1007/s13197-015-1733-3>

Santiago-Silva, P., Soares, N.F.F., Nobrega, J.E., Junior, M.A.W., Barbosa, K.B.F., Volp, A.C.P., Zerdas, E.R.M.A., Würllitzer, N.J. (2009). Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA® 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control*, 20, 85-89.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.02.006>

Scannell, A.G.M., Hill, C., Ross, R.P., Marx, S., Hartmeier, W., Arendt, E.K. (2000). Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin. *International Journal of Food Microbiology*, 60, 241-249.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00314-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00314-7)

Sezer, U.A., Sanko, V., Yuksekdağ, Z.N., Uzundağ, D., Sezer, S. (2016). Use of oxidized regenerated cellulose as bactericidal filler for food packaging applications. *Cellulose*, 23(5), 3209-3219.

<https://doi.org/10.1007/s10570-016-1000-4>

Seydim, A.C., Sarikus, G. (2006). Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*, 39(5), 639-644.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.01.013>

Siragusa, G., Cutter, C., Willett, J. (1999). Incorporation of bacteriocin in plastic retains activity and inhibits surface

growth of bacteria on meat. *Food Microbiology*, 16(3), 229-35.

<https://doi.org/10.1006/fmic.1998.0239>

Skandamis, P.N., Nychas, G.J.E. (2002). Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 35-45.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00177-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00177-0)

Sofos, J.N. (2008). Challenges to meat safety in the 21st century, *Meat Sciences*, 78, 3-13.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.027>

Soysal, Ç., Bozkurt, H., Dirican, E., Güçlü, M., Bozhüyük, E.D., Uslu, A.E., Kaya, S. (2015). Effect of antimicrobial packaging on physicochemical and microbial quality of chicken drumsticks. *Food Control*, 54, 294-299.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.009>

Suppakul, P., Miltz, J. Sonneveld, K., Bigger, S.W. (2003). Active Packaging Technologies With an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications, *Journal of Food Science*, 68(2), 408-420.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05687.x>

Üçüncü, M. (2011). Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Ambalaj Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesi, İstanbul, Türkiye, 896 s.

Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Beest, M., de Kruijf, N., Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 77-86.

[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00032-1](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00032-1)

Vermeiren, L., Devlieghere, F., Debevere, J. (2002). Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts.

Food Additives and Contaminants(suppl 1.), 163-171.

<https://doi.org/10.1080/02652030110104852>

Wen, P., Zhu, D-H., Feng, K., Liu, F-J., Lou, W-Y., Li, N., Zong, M-H., Wu, H. (2016). Fabrication of electrospun polylactic acid nanofilm incorporating cinnamon essential oil/ β -cyclodextrin inclusion complex for antimicrobial packaging. *Food Chemistry*, 196, 996-1004.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.043>

Wollfs, P., Radstrom, P. (2006). Real-time PCR for the detection of pathogens in meat, in L. M. L. NOLLET and F. TOLDRA (eds), *Advanced technologies for meat processing*, London: CRC Press, 131-53.

<https://doi.org/10.1201/9781420017311.ch6>

Yıldırım, S., Röcker, B., Pettersen, M. K., Nilsen-Nygard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B., Coma, V. (2018). Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 165-199.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>

Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U. (2006). Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging Technology and Science*, 19, 149-157.

<https://doi.org/10.1002/pts.717>

Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y. (2010). Preservation Technologies for Fresh Meat. *Meat Science*, 86, 119-128.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>

Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G. (2010). Physical and thermo-mechanical properties of whey protein isolate films containing antimicrobials, and their effect against spoilage flora of fresh beef. *Food Hydrocolloids*, 24(1), 49-59.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.003>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Additives
Moisture Life Antioxidant
Pastorization Food Chemistry
Sugar Processing Health Safety
Control Spoilage HACCP Packaging Hygiene
Dietary Microbiology Meat Omega-3 Supplement
Fruit Antimicrobial Grain
On Breadstale

FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Instructions to Authors

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE), the European Association of Science Editors (EASE), the International Council of Medical Journal Editors (ICMJE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal conforms to the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (<https://doaj.org/bestpractice>).

Originality, high scientific quality, and citation potential are the most important criteria for a manuscript to be accepted for publication. Manuscripts submitted for evaluation should not have been previously presented or already published in an electronic or printed medium. The journal should be informed of manuscripts that have been submitted to another journal for evaluation and rejected for publication. The submission of previous reviewer reports will expedite the evaluation process. Manuscripts that have been presented in a meeting should be submitted with detailed information on the organization, including the name, date, and location of the organization.

Manuscripts submitted to “**Food and Health**” will go through a double-blind peer-review process. Each submission will be reviewed by at least two external, independent peer reviewers who are experts in their fields in order to ensure an unbiased evaluation process. The editorial board will invite an external and independent editor to manage the evaluation processes of manuscripts submitted by editors or by the editorial board members of the journal. The Editor in Chief is the final authority in the decision-making process for all submissions.

An approval of research protocols by the Ethics Committee in accordance with international agreements (World Medical Association Declaration of Helsinki “Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects,” amended in October 2013, www.wma.net) is required for experimental, clinical, and drug studies. If required, ethics committee reports or an equivalent official document will be requested from the authors.

For manuscripts concerning experimental research on humans, a statement should be included that shows the written informed consent of patients and volunteers was obtained following a detailed explanation of the procedures that they may undergo. Information on patient consent, the name of the ethics committee, and the ethics committee approval number should also be stated in the Materials and Methods section of the manuscript. It is the authors’ responsibility to carefully protect the patients’ anonymity. For photographs that may reveal the identity of the patients, signed releases of the patient or of their legal representative should be enclosed.

“**Food and Health**” journal requires experimental research studies on vertebrates or any regulated invertebrates to comply with relevant institutional, national and/or international guidelines. The journal supports the principles of Basel Declaration (<https://www.basel-declaration.org/>) and the guidelines published

by International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS) (<http://iclas.org/>). Authors are advised to clearly state their compliance with relevant guidelines.

“**Food and Health**” journal advises authors to comply with IUCN Policy Statement on Research Involving Species at Risk of Extinction and the Convention on the Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora for research involving plants.

All submissions are screened by a similarity detection software’s.

In the event of alleged or suspected research misconduct, e.g., plagiarism, citation manipulation, and data falsification/fabrication, the Editorial Board will follow and act in accordance with COPE guidelines.

Each individual listed as an author should fulfil the authorship criteria recommended by the ICMJE. The ICMJE recommends that authorship be based on the following 4 criteria:

1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND
2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND
3. Final approval of the version to be published; AND
4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

In addition to being accountable for the parts of the work he/she has done, an author should be able to identify which co-authors are responsible for specific other parts of the work. In addition, authors should have confidence in the integrity of the contributions of their co-authors.

All those designated as authors should meet all four criteria for authorship, and all who meet the four criteria should be identified as authors. Those who do not meet all four criteria should be acknowledged in the title page of the manuscript.

“**Food and Health**” journal requires corresponding authors to submit a signed and scanned version of the authorship contribution form (available for download through <https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>) during the initial submission process in order to act appropriately on authorship rights and to prevent ghost or honorary authorship. If the editorial board suspects a case of “gift authorship,” the submission will be rejected without further review. As part of the submission of the manuscript, the corresponding author should also send a short statement declaring that he/she accepts to undertake all the responsibility for authorship during the submission and review stages of the manuscript.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

“Food and Health” journal requires and encourages the authors and the individuals involved in the evaluation process of submitted manuscripts to disclose any existing or potential conflicts of interests, including financial, consultant, and institutional, that might lead to potential bias or a conflict of interest. Any financial grants or other support received for a submitted study from individuals or institutions should be disclosed to the Editorial Board. To disclose a potential conflict of interest, the ICMJE Potential Conflict of Interest Disclosure Form should be filled in and submitted by all contributing authors. Cases of a potential conflict of interest of the editors, authors, or reviewers are resolved by the journal’s Editorial Board within the scope of COPE and ICMJE guidelines.

The Editorial Board of the journal handles all appeal and complaint cases within the scope of COPE guidelines. In such cases, authors should get in direct contact with the editorial office regarding their appeals and complaints. When needed, an ombudsperson may be assigned to resolve cases that cannot be resolved internally. The Editor in Chief is the final authority in the decision-making process for all appeals and complaints.

“Food and Health” journal requires each submission to be accompanied by a Copyright Transfer Form (available for download at <https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>). When using previously published content, including figures, tables, or any other material in both print and electronic formats, authors must obtain permission from the copyright holder. Legal, financial and criminal liabilities in this regard belong to the author(s).

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in “Food and Health” journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the editors, the editorial board, or the publisher; the editors, the editorial board, and the publisher disclaim any responsibility or liability for such materials. The final responsibility in regard to the published content rests with the authors.

MANUSCRIPT PREPARATION

The manuscripts should be prepared in accordance with ICMJE-Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (updated in December 2017 - <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>). Authors are required to prepare manuscripts in accordance with the CONSORT guidelines for randomized research studies, STROBE guidelines for observational studies, STARD guidelines for studies on diagnostic accuracy, PRISMA guidelines for systematic reviews and meta-analysis, ARRIVE guidelines for experimental animal studies, TREND guidelines for non-randomized studies, and COREQ guidelines for qualitative studies.

Manuscripts can only be submitted through the journal’s online manuscript submission and evaluation system, available at

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

Manuscripts submitted to the journal will first go through a technical evaluation process where the editorial office staff will ensure that the manuscript has been prepared and submitted in accordance with the journal’s guidelines. Submissions that do not conform to the journal’s guidelines will be returned to the submitting author with technical correction requests.

Authors are required to submit the following forms during the initial submission.

- Copyright Transfer Form,
- Author Contributions Form (one form for copyright and contributions available in <https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>)
- ICMJE Potential Conflict of Interest Disclosure Form (should be filled in by all contributing authors) Download this form from <http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/> fill and save. Send this to the journal with your other files.

Preparation of the Manuscript

Manuscripts prepared in Microsoft Word must be converted into a single file before submission. Please start with the title page and insert your graphics (schemes, figures, etc.), tables in the main text.

Title (should be clear, descriptive and not too long)

Full Name(s) and Surname (s) of author(s)

ORCID ID for all author (s) (<http://orcid.org/>)

Address (es) of affiliations and e-mail (s)

Complete correspondence address and e-mail

Abstract

Key words (indexing terms), normally 3-6 items

Introduction

Material and Methods

Results and Discussion

Conclusion

Compliance with Ethical Standard

Conflict of interests: When you (or your employer or sponsor) have a financial, commercial, legal or professional relationship with other organizations or people working with them, a conflict of interest may arise that may affect your research. A full description is required when you submit your article to a journal.

Ethics committee approval: Ethical committee approval is routinely requested from every research article based on experiments on living organisms and humans. Sometimes, studies from different countries may not have the approval of the ethics committee, and the



authors may argue that they do not need the approval of their work. In such situations, we consult COPE’s “Guidance for Editors: Research, Audit and Service Evaluations” document and evaluate the study at the editorial board and decide whether or not it needs approval.

Funding: If there is any, the institutions that support the research and the agreements with them should be given here.

Acknowledgment: Acknowledgments allow you to thank people and institutions who assist in conducting the research.

Disclosure: Explanations about your scientific / article work that you consider ethically important.

References

Tables (all tables give in the main text)

Figures (all figures/photos give in the main text)

Manuscript Types

Original Articles: This is the most important type of article since it provides new information based on original research. **The main text should contain “Introduction”, “Materials and Methods”, “Results and Discussion” and “Conclusion” sections.**

Statistical analysis to support conclusions is usually necessary. Statistical analyses must be conducted in accordance with international statistical reporting standards. Information on statistical analyses should be provided with a separate subheading under the Materials and Methods section and the statistical software that was used during the process must be specified.

Units should be prepared in accordance with the International System of Units (SI).

Review Articles: Reviews prepared by authors who have extensive knowledge on a particular field and whose scientific background has been translated into a high volume of publications with a high citation potential are welcomed. These authors may even be invited by the journal. Reviews should describe, discuss, and evaluate the current level of knowledge of a topic in researches and should guide future studies. The main text should start with Introduction and end with Conclusion sections. Authors may choose to use any subheading in between those sections.

Short Communication: This type of manuscript discusses important parts, overlooked aspects, or lacking parts of a previously published article. Articles on subjects within the scope of the journal that might attract the readers’ attention, particularly educative cases, may also be submitted in the form of a “Short Communication” Readers can also present their comments on the published manuscripts in the form of a “Short Communication”. **The main text should contain “Introduction”, “Materials and Methods”, “Results and Discussion” and “Conclusion” sections.**

Table 1. Limitations for each manuscript type

Type of manuscript	Page	Abstract word limit	Reference limit
Original Article	≤25	180	40
Review Article	no limits	180	60
Short Communication	≤5	150	20

Tables

Tables should be included in the main document, presented after the reference list, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text. A descriptive title must be placed above the tables. Abbreviations used in the tables should be defined below the tables by footnotes (even if they are defined within the main text). Tables should be created using the “insert table” command of the word processing software and they should be arranged clearly to provide easy reading. Data presented in the tables should not be a repetition of the data presented within the main text but should be supporting the main text.

Figures and Figure Legends

Figures, graphics, and photographs should be submitted in main document WORD files (in JPEG or PNG format) through the submission system. Any information within the images that may indicate an individual or institution should be blinded. The minimum resolution of each submitted figure should be 300 DPI. To prevent delays in the evaluation process, all submitted figures should be clear in resolution and large (minimum dimensions: 100 × 100 mm). Figure legends should be listed at the end of the main document.

All acronyms and abbreviations used in the manuscript should be defined at first use, both in the abstract and in the main text. The abbreviation should be provided in parentheses following the definition.

When a drug, product, hardware, or software program is mentioned within the main text, product information, including the name of the product, the producer of the product, and city and the country of the company (including the state if in USA), should be provided in parentheses in the following format: “Discovery St PET/CT scanner (General Electric, Milwaukee, WI, USA)”

All references, tables, and figures should be referred to within the main text, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text.

Limitations, drawbacks, and the shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

