

E-ISSN 2602-2834 Vol. 10 Issue 2 2024

FOOD and HEALTH

<http://jfhscscientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH



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

Chief Editor:

Prof.Dr. Nuray ERKAN, Istanbul-Turkey

nurerkan@istanbul.edu.tr

Subjects: Processing Technology, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Co-Editor in Chief:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN, Istanbul-Turkey

ozden@istanbul.edu.tr

Subjects: Fisheries, Food Sciences and Engineering

Institution: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences

Cover Photo:

Prof.Dr. Özkan ÖZDEN, Istanbul-Turkey

ozden@istanbul.edu.tr

Editorial Board:

Prof.Dr. Bhesh BHANDARI, Brisbane-Australia

b.bhandari@uq.edu.au

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Queensland, Faculty of Science

Prof.Dr. İBRAHİM ÇAKIR, Bolu-Turkey

icakir55@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

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

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

logos2000lt@gmail.com

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Food Technologies

Prof.Dr. Carsten HARMS, Bremerhaven-Germany

charms@hs-bremerhaven.de

Subjects: Biology

Institution: Bremerhaven Institute for Applied Molecular Biology

Prof.Dr. Marcello IRITI, Milano-Italy

marcello.iriti@unimi.it

Subjects: Food Sciences and Engineering, Nutrition and Dietetics

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

Prof.Dr. Abdullah ÖKSÜZ, Konya-Turkey

aoksuz@konya.edu.tr

Subjects: Fisheries, Nutrition and Dietetics, Medicine

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

Prof.Dr. Petras Rimantas VENSKUTONIS,

Kaunas-Lithuania

rimas.venskutonis@ktu.lt

Subjects: Food Sciences

Institution: Kaunas University of Technology

Prof.Dr. Peter RASPOR, Izola-Slovenia

Peter.Raspor@fvz.upr.si

Subjects: Food Sciences and Engineering, Mathematics and
Science

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

Prof.Dr. Aydın YAPAR, Aydın-Turkey

ayapar@pau.edu.tr

Subjects: Food Technology

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

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

Dunedin-New Zealand

aladin.bekhit@otago.ac.nz

Subjects: Food Sciences and Engineering

Institution: University of Otago, Department of Food Science



Publisher Özkan Özden

Copyright © 2024 ScientificWebJournals Web Portal

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

E-mail: ozden@istanbul.edu.tr

for submission instructions, subscription and all other information visit

<http://jfhs.scientificwebjournals.com>

FOOD and HEALTH

Protein Carbohydrate EPA+DHA
Vegetables Seafood Temperature
Toxins Quality Antioxidant
Moisture Food Health
Pastorization Food Safety
Sugar HACCP Packaging Processing Nutrition Sensory
Control Microbiology Water
Dietary Supplements Meat Omega-3m Supplement
Antimicrobial Fruit Antimicrobial Omega-3health 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 the journal.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editor in Chief:

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Address: Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Food Safety, Kalenderhane Mah. 16 Mart Şehitleri Cad. No: 2, 34134 Fatih/Istanbul, Türkiye

E-mail: nurerkan@istanbul.edu.tr



Vol. 10 Issue 2 Page 96-177 (2024)

Content

RESEARCH ARTICLES

- 1. Altı-sekiz yaş çocukların beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi** 96-103
Cemre Elmas Ceren Gezer Merve Yurt Ezgi Türkay
- 2. The effect of amaranth, a pseudo-cereal, on the activity of L. acidophilus probiotic bacteria and its antioxidant activity in the gastrointestinal digestion process** 104-114
Büşra Karkar
- 3. Quick-dissolvable heat-sealable edible films made from orange peel powder and guar gum for instant beverage packaging** 115-128
Nalan Yazıcıoğlu Kubra Siyasal
- 4. Sebze içerikli zenginleştirilmiş glutensiz cips üretimi ve in-vitro biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi** 129-137
Bige İncedayı Nihal Türkmen Erol Pınar Akpınar
- 5. Sensory evaluation of bread, rice pudding and cake incorporating germinated cereal and legume flour** 138-148
Sena Aksu Derya Alkan
- 6. The impact of university students' accommodation environments on their dietary choices** 149-159
Merve İnce Palamutoğlu Gizem Köse Merve Abacı Fatma Rumeysa Gök

REVIEW ARTICLES

- 7. Beslenme ve fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi** 160-168
Melis Koca Esabil Emrah Koca Emel Ünal Turhan
- 8. Sporcu beslenmesinde sürdürülebilirlik** 169-177
Gülsena Akay Abdullah Öksüz

Altı-sekiz yaş çocukların beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi

Cemre ELMAS¹, Ceren Gezer², Merve Yurt², Ezgi Türkay³

Cite this article as:

Elmas, C., Gezer, C., Yurt, M., Türkay, E. (2024). Altı-sekiz yaş çocuklarının beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi. *Food and Health*, 10(2), 96-103. <https://doi.org/10.3153/FH24009>

¹ Lefke Avrupa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Lefke, Kuzey Kıbrıs, Mersin 10 Türkiye

² Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs, Mersin 10 Türkiye

³ Antalya Bilim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

C.E. 0000-0003-1769-5155

C.G. 0000-0002-5647-0103

M.Y. 0000-0003-2164-8693

E.T. 0000-0002-1676-3606

Submitted: 14.09.2023

Revision requested: 09.11.2023

Last revision received: 30.11.2023

Accepted: 04.12.2023

Published online: 29.02.2024

Correspondence:

Cemre ELMAS

E-mail: cemre-91@hotmail.com;
celmas@eul.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmanın amacı 6-8 yaş çocukların beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesidir. Çalışmaya 183 erkek ve 164 kız olmak üzere toplam 347 öğrenci katılmıştır. Çocukların demografik özelliklerini sorgulayan, Beslenme Tutum Ölçeği, Beslenme Davranış Ölçeği' ni içeren anket formu araştırmacı tarafından uygulanarak veriler toplanmıştır. Çocukların Beslenme Tutum Ölçeği puan ortalamaları 13.83 ± 2.03 , Beslenme Davranış Ölçeği puanları 2.57 ± 4.53 olarak belirlenmiştir. Çocukların beslenme tutum puanları ile beslenme davranış puanları arasında aynı yönlü zayıf bir ilişki saptanmıştır ($r=0.212$, $p<0.001$). Çalışma sonucunda, çalışmaya katılan çocukların beslenme alışkanlıklarının sağlıklı olma durumunun orta düzeyde olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonuçları çocukların olumlu beslenme tutum ve davranışlarına sahip olması ve bunu sürdürebilmeleri için müdahalelere duyulan ihtiyacı göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Çocukluk çağı, Sağlık, Tutum, Davranış

ABSTRACT

Evaluation of nutritional attitudes and behaviors of children aged six- to eight

The aim of this study is to evaluate the nutritional attitudes and behaviors of 6-8 years old children. A total of 347 students, 183 boys and 164 girls, aged 6-8, participated in the study. Data were collected by applying a survey form, including the Nutrition Attitude Scale and the Nutrition Behavior Scale, which questioned the demographic characteristics of the children, by the researcher. The children's Nutrition Attitude Scale mean score was 13.83 ± 2.03 , and their Nutrition Behavior Scale score was 2.57 ± 4.53 . A weak correlation was found between the children's nutritional attitude scores and their eating behavior scores ($r=0.212$, $p<0.001$). As a result of the study, it was seen that the healthy eating habits of the children participating in the study were at a moderate level. The results of this study show the need for interventions for children to have and maintain positive nutritional attitudes and behaviors.

Keywords: Nutrition, Childhood, Health, Attitude, Behaviour

Giriş

Optimal beslenme, büyüme ve gelişme için bir ön koşuldur. Çocukluk dönemindeki yetersiz veya aşırı beslenme, yaşamın ilerleyen dönemlerinde hastalık riskini artırabilmektedir (Nasreddine ve ark., 2018). Yaşam süresi boyunca insan sağlığının, hayati bir bileşeni olan beslenme, özellikle yaşamın başlarında dayanıklılık, fiziksel büyüme, bilişsel gelişim ve üretkenlik için çok önemlidir (Asmare ve ark., 2018). Bu anlamda çocuklarda büyüme, beslenme durumunun ve sağlığın önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Bogale ve ark., 2018). Beslenme durumu hem bireyin hem de tüm nüfusun sağlık durumu, fiziksel yeteneklerinin yanı sıra normal ve sağlıklı büyüme-gelişme için psikofizik yetenekleri ile potansiyelinin önemli göstergelerinden biridir. Özellikle beslenmeyle birebir ilişkili ve son zamanların en önemli sağlık sorunlarından olan obezite ve malnütrisyonun önlenmesine yönelik hareket edebilmek için çocukluk çağında beslenme oldukça önemlidir (Gardašević ve ark., 2020). Okul çağı çocukların yeme davranışlarının aile, arkadaşlar, okul ortamı ve yaşanılan ortam gibi çevresel faktörler ile genetik, yaş ve cinsiyet gibi içsel faktörler tarafından şekillendiği bilinmektedir. Aile inançları, beslenme uygulamaları, bakış açıları, yeme tutumları ve besinlerin sağlık üzerindeki yararlarına ilişkin bilgileri aracılığıyla çocuklarının beslenmeyle ilgili ilk deneyimlerini yapılandırır kilit bir rol oynar. Beslenme bilgisi, besinlerin sağlık üzerindeki yararlarının bilinmesi ve konuyla ilgili belirli terminolojiyi ve bilgileri hatırlama yeteneği olarak tanımlanabilir. Ailenin beslenme bilgisi çocuğu, çocuğun aile dışındaki çevreden edindiği bilgiler ise ailenin bilgisini etkileyebilmektedir (Alderman ve Headey, 2017; Romanos-Nanclares ve ark., 2018).

Okul ortamı, özellikle ilkököl dönemi çocuğun bilincinin ve kişiliğinin gelişiminde aileden sonra gelen en önemli faktörlerdendir (Asmare ve ark., 2018; Elmas ve Arslan, 2020). Son zamanlarda okullarda beslenme eğitimini kapsayan birçok çalışma yapılmaktadır (Jarpe-Ratner ve ark., 2016; Halloran ve ark., 2018; Hamulka ve ark., 2018; Argilagos ve ark., 2022; Pongutta ve ark., 2022). Ancak beslenme konusunda öğrendiklerini farklı sebeplere bağlı olarak davranışa yansıtamama gibi bir sorunun olduğu bilinmektedir. Bu yaş grubu çocukların beslenme şekline bakıldığında sebze ve meyveden kısıtlı, şeker ve yağdan zengin yüksek enerji içeriğine sahip besinler yönünde değişebildiği ve sıklıkla tek düze bir beslenme şeklinde olduğu görülmektedir (Laureati ve ark., 2015; Jaeger ve ark., 2017; Kral, 2018).

Yeme tutumları, bilgi sahibi olsun ya da olmasın bireyin davranış veya uygulamasını etkileyen duygusal, motivasyonel,

algısal ve bilişsel inançlardır. Tutumlar, bir sağlık sorunu, diyet uygulamaları, beslenme önerileri, diyet yönergeleri veya diyet tercihleriyle ilgili bireysel olumlu veya olumsuz eğilimleri belirlemek için ölçülür (Marías ve Glasauer, 2014). Beslenme davranış ve tutumları birçok faktörden etkilendiğinden bunları değerlendirmek çok kolay olmasa da bu konuyla ilgili geliştirilmiş veya farklı dillerden Türkçe'ye uyarlanmış ölçekler bulunmaktadır (Arvidson, 1990; Edmundson ve ark., 1996; Erdoğan ve Öztürk, 2010; Haney ve Bahar, 2014). Bu çalışmayla 6-8 yaş çocuklarda beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Planı

Bu çalışma Kasım 2019 – Şubat 2020 tarihleri arasında Gazimağusa'da devlet ilkököl olan Hüseyin Akil İlkokulu'nda 6-8 yaş öğrencilerin beslenme tutum ve davranışlarının değerlendirildiği kesitsel bir araştırmadır. Çalışmaya dahil edilme kriterleri Gazimağusa'da seçilen devlet ilkökölünde öğrenci olmak, çalışmaya katılmaya gönüllü olmak ve çalışmaya katılmaya yönelik veli izni alınması şeklinde belirlenmiştir. Buna göre okuldaki tüm öğrencilere okul saatleri içerisinde, okul ortamında ulaşılarak çalışma yürütülmüştür. Çalışmaya 183 erkek ve 164 kız olmak üzere toplam 347 öğrenci katılmıştır. Yüz yüze görüşme ve anket teknikleri ile çocukların demografik özellikleri, Beslenme Tutum Ölçeği, Beslenme Davranış Ölçeğini içeren anket formu araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Çalışma, Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Alt Etik Kurul Komitesi 21.10.2019 tarih ve 2019/23-06 sayılı kararı ile onaylanmıştır. Çalışma üniversitenin ilgili mevzuatına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamındaki çocukların ailelerine çalışma hakkında bilgi verilip, çocuklarının bu çalışmaya katılabilmesi için izin alınması amacıyla onam formları dağıtılarak imzalatılmıştır. Bu izinleri takiben çalışmaya başlanmıştır.

Beslenme Tutum Ölçeği

Bu ölçek Arvidson ve arkadaşlarının (1990), çocukların kalp sağlığını geliştirmeye yönelik tutumlarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen, 16 maddelik ölçeğin (Çocuk Kalp Sağlığını Geliştirme Tutum Ölçeği) bir alt ölçeğidir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği (chronbach alfa 0.67) Haney ve Bahar (2014) tarafından yapılmıştır. Egzersiz-4 madde; Beslenme-4 madde; Sigara içme-4 madde; Stres kontrolü- 4 madde şeklinde bu ana ölçek dört alt ölçekten

oluşmaktadır. Beslenme alt ölçeği çocuğun yağ alımını azaltan, sağlıklı besin tüketimini artıran aktivitelere ve kalp sağlığını iyileştiren beslenme biçimine yönelik tutumunu ölçmektedir. Maddeler 1-4 puan aralığında (1-kesinlikle katılmıyorum, 4-kesinlikle katılıyorum) değer almaktadır, toplam puanı 4-16 arasındadır. Alınan toplam puanın yüksek olması olumlu tutumu göstermektedir (Arvidson, 1990; Haney ve Bahar, 2014).

Beslenme Davranış Ölçeği

Edmundson ve arkadaşlarının (1996) geliştirdiği, Erdoğan ve Öztürk (2010) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan ölçek (chronbach alfa 0.74), çocukların besin tüketimlerini belirlemek için az yağlı/ tuzlu ve çok yağlı/ tuzlu besin seçeneklerinin olduğu resimli 14 maddeden oluşmaktadır. Çocuklara karşılaştırılabilir besinler gösterilerek iki besin arasından hangisini daha çok (sık) yediği sorulmaktadır. Ölçek maddeleri sağlıklı besin için +1, diğer seçenek için -1 değer almaktadır, toplam puanı -14, +14 arasındadır. Ölçekten alınan toplam puanın yüksek olması sağlıklı beslenme alışkanlığını göstermektedir (Edmundson ve ark., 1996; Erdoğan ve Öztürk, 2010).

İstatistiksel Analiz

Çalışma verisi, SPSS 20 (Statistical Package for Social Sciences) programı ile bilgisayar ortamına yüklenmiş ve değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ortalama (\bar{X}), standart sapma (SS), en küçük ve en büyük değer, ortanca, frekans ve

yüzde olarak sunulmuştur. İkili grup karşılaştırmalarında parametrik varsayımların sağlanmadığı durumda “Mann Whitney U Testi”, ölçekler arası ilişkinin değerlendirilmesinde ise Spearman Korelasyon Testi istatistiksel yöntem olarak kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi “ $p<0.05$ ” olarak kabul edilmiştir (Büyüköztürk, 2015; Özdamar, 2015).

Bulgular ve Tartışma

Çalışmaya 183 (%52.7) erkek, 164 (%47.3) kız olmak üzere toplam 347 çocuk katılmıştır. Çocukların %41.7’si (n=145) 6 yaş, %37.5’i (n=130) 7 yaş, %20.8’inin (n=72) ise 8 yaşında olduğu tespit edilmiştir.

Çocukluk dönemi psikolojik, fizyolojik ve sosyolojik yönden birçok değişimin yaşandığı dönemlerdendir. Bu faktörlere bağlı olarak çocuğun beslenme şekli de etkilenmektedir. Beslenmenin ise büyüme, gelişme ve genel sağlık üzerindeki etkisi düşünüldüğünde bu dönemdeki beslenme tutumlarının belirlenmesi önem kazanmaktadır (Prangthip ve ark., 2021; Sharma ve ark., 2022). Özellikle yüksek yağ tüketiminin ve fiziksel aktivite yetersizliğinin başta kalp sağlığıyla ilgili problemler olmak üzere birçok sağlık sorunuyla ilgili olduğu bilinmektedir. Buna yönelik olarak çocukların sağlıklı besin tüketimini artıracak aktiviteler oldukça önem taşımaktadır. Literatürde çocukların bu yöndeki tutum ve davranışlarını ölçmek amacıyla geliştirilen ölçeklerin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Arvidson, 1990; Edmundson ve ark., 1996; Erdoğan ve Öztürk, 2010; Haney ve Bahar, 2014).

Tablo 1. Çocukların cinsiyete göre Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği puanları

Table 1. Children's nutrition attitude scale and nutrition behavior scale scores by gender

Beslenme Tutum Ölçeği Puanı	n	$\bar{X}\pm SS$	Medyan	Alt-Üst	p
Erkek	183	13.81 \pm 2.04	14.00	4.00-16.00	0.716
Kız	164	13.86 \pm 2.04	14.00	6.00-16.00	
Toplam	347	13.83 \pm 2.03	14.00	4.00-16.00	
Beslenme Davranış Ölçeği Puanı					
Erkek	180	2.18 \pm 4.64	3.00	(-10.00)-12.00	0.162
Kız	162	3.01 \pm 4.39	3.00	(-8.00)-12.00	
Toplam	342	2.57 \pm 4.53	2.00	(-10.00)-12.00	

* $p<0.05$, Mann-Whitney U Testi

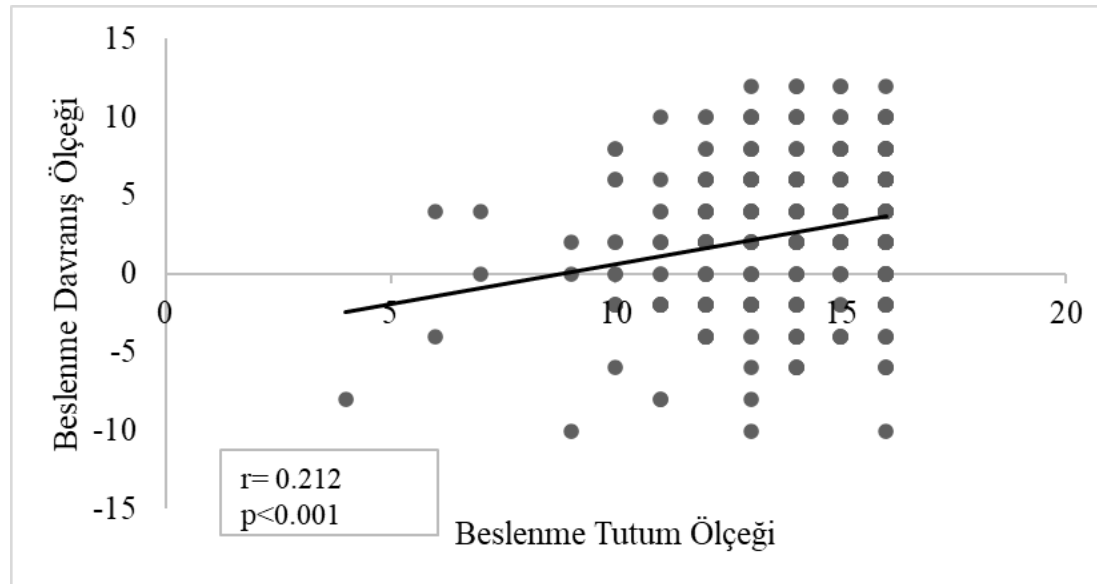
Altı-sekiz yaş çocuklarla yapılan bu çalışmada Beslenme Tutum Ölçeği puan ortalamaları 13.83 ± 2.03 , Beslenme Davranış Ölçeği puanları 2.57 ± 4.53 olarak belirlenmiştir. Kız çocukların beslenme tutum ve beslenme davranış puanları (sırasıyla 13.86 ± 2.04 ; 3.01 ± 4.39) erkek çocuklara (sırasıyla 13.81 ± 2.04 ; 2.18 ± 4.64) kıyasla daha yüksek olup, istatistiksel olarak anlamlılık saptanmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 1). İlkokul 4. sınıf öğrencileriyle yapılan başka bir çalışmada (Başçi, 2020), çocuklara bu çalışmada olduğu gibi benzer şekilde beslenme bilgisi ve alışkanlıkları konusunda hiçbir müdahale yapılmadan önce Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği uygulanmıştır. Çalışmada çocukların Beslenme Tutum Ölçeği puanı 12.4 ± 3.3 ; Beslenme Davranış Ölçeği puanı 1.0 ± 4.8 olarak bulunmakla birlikte cinsiyete göre fark olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$). İlkokul ikinci sınıf çocuklarla yapılan çalışmada (Türkyılmaz ve ark., 2022) çocuklara sağlık davranışları üzerine eğitimler verilmiş ve bu eğitimler sonunda çocukların beslenme davranışları benzer ölçekler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda çocukların Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği puanlarının eğitim öncesi puanlarına göre daha yüksek olduğu yükseldiği görülmüştür. Yedi-on dört yaş çocukların katıldığı bir araştırmada (Konca ve ark., 2019) Beslenme Davranış Ölçeği puanı 14.0 olarak saptanmıştır. Dokuz – on bir yaş çocukların katıldığı başka bir çalışmada (Güler, 2023) Beslenme Davranış Ölçeği puanı 1.16 ± 3.91 olarak belirlenmiştir. On bir – on altı yaşlarındaki çocuklarla beslenme tutum ve davranışlarını değerlendiren, bu tutum ve davranışlarla duygusal ve davranışsal sorunlar arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada (Başay ve ark., 2021) ise çalışmaya katılanların Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği toplam puan ortalamaları sırasıyla 8.29 ± 2.85 ve -1.69 ± 4.79 bulunmuştur. Beslenme Davranış Ölçeğinin 436 çocukla (12-14 yaş) çalışıldığı farklı bir araştırmada (Keskin ve ark., 2017) ise puan ortalaması 1.2 ± 5.4 bulunmuştur. Çocukluk çağında yapılan tüm bu farklı çalışmaların bulguları incelendiğinde Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği puanlarının farklı örneklem grubu ve çevre faktörlerine bağlı olarak küçük farklılıklar gösterdiği söylenebilir. Ancak yine de, Beslenme Tutum Ölçeği ve Beslenme Davranış Ölçeği puanlarına ait bulguların genel olarak yapılan bu çalışmayla benzer olup, orta düzeyde olduğu yorumu yapılabilir.

Bu çalışmada çocukların beslenme tutum puanları ile beslenme davranış puanları ilişkisi incelendiğinde ölçekler arasında aynı yönlü zayıf bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r = 0.212$, $p < 0.001$) (Şekil 1). Beslenme Tutum Ölçeği sorularına olumlu yanıt verenlerin (kesinlikle katılıyorum veya katılıyorum cevabını verenler) çoğunluğunun (yaklaşık %70.4) Beslenme Davranış Ölçeği sorularını sağlıklı besin olarak kabul

edilen besinler yönünde cevapladığı belirlenmiştir. “Her gün sağlıklı besinler yemeyi seviyorum.” tutumuna kesinlikle katılanların çoğunluğunun (yaklaşık %72) Beslenme Davranış Ölçeği sorularını sağlıklı besin olarak kabul edilen besinler (elma (%78.3), portakal (%71.9), kepekli/tam buğdaylı ekme (%65.8) yönünde cevapladığı saptanmıştır. Benzer şekilde çalışmaya katılanlardan “Okuldan sonra acıktığımda meyve ya da benim için faydalı olduğuna inandığım bir şey yemeyi seviyorum.” tutumuna kesinlikle katılanların çoğunluğunun (yaklaşık %73.1) da Beslenme Davranış Ölçeği sorularını sağlıklı besin olarak kabul edilen besinler (elma (%80.0), portakal (%71.0), kepekli/tam buğdaylı ekme (%68.4)) yönünde cevapladığı saptanmıştır (Tablo 2). Yapılan farklı bir çalışmada (Çeltek Orhan ve ark., 2022) Beslenme Davranış Ölçeği ile yine çocukların (10-15 yaş) sağlıklı (az yağlı, az tuzlu vb.) besinleri yemelerini sağlayan öz-yeterliklerini değerlendiren farklı bir ölçek olan Çocuk Beslenme Öz-Yeterlik Ölçeğiyle tutarlılığı incelenmiştir. Araştırmaya katılan çocukların Beslenme Öz Yeterlik Ölçeği ile Beslenme Davranış Ölçeği puan ortalamaları arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.000$; $r = 0.415$). Farklı bir çalışmada (Bozdemir ve ark., 2021) sporcu çocukların (6-16 yaş) Beslenme Davranış Ölçeğinden aldıkları puan ile ara öğünlerinde tercih ettiği besin türleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Kıyaslanan iki durum arasında anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$; $Ki-Kare = 7,661$). Çocukların beslenme alışkanlıklarının değerlendirildiği çalışmalarda (Bozdemir ve ark., 2021; Çeltek Orhan ve ark., 2022) kullanılan ölçekler farklı olsa da çocukların beslenme bilgisinin davranışlarına yansıdığı ve kısmen de olsa çalışma bulgularımızı desteklediği görülmektedir. Ancak bulguların daha iyi desteklenmesi için bu konuda benzer ölçeklerin kullanılıp kıyaslandığı daha fazla çalışmanın yapılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Çocukların beslenme davranışlarını, beslenme bilgilerini ölçen daha farklı ölçeklerin de kullanılarak genişletilebileceği seçeneği bu çalışmanın limitasyonu olarak kabul edilebilir.

Tablo 2. Bazı ölçek soruları arasındaki tutarlılığın değerlendirilmesi**Table 2.** Evaluation of consistency between some scale questions

Beslenme Tutum Ölçeği Soruları		Beslenme Davranış Ölçeği Soruları											
		Soru 1		Soru 5				Soru 7					
		Kurabiye	Elma	Çikolatalı pasta		Portakal	Şekerli çörek		Kepekli/Tam buğdaylı ekmekek				
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Soru 3 Her gün sağlıklı besinler yemeyi seviyorum.	Kesinlikle katılıyorum	44	21.7	159	78.3	57	28.1	146	71.9	69	34.2	133	65.8
	Katılıyorum	27	23.7	87	76.3	39	34.2	75	65.8	41	36.0	73	64.0
	Katılmıyorum	3	12.0	22	88.0	11	44.0	14	56.0	11	44.0	14	56.0
	Kesinlikle katılmıyorum	3	60.0	2	40.0	4	80.0	1	20.0	5	100.0	0	0.0
Soru 4 Okuldan sonra acıktığımda meyve ya da benim için faydalı olduğuna inandığım bir şey yemeyi seviyorum.	Kesinlikle katılıyorum	38	20.0	152	80.0	55	29.0	135	71.0	60	31.7	130	68.4
	Katılıyorum	26	24.1	82	75.9	32	29.6	76	70.4	47	43.5	61	56.5
	Katılmıyorum	11	27.5	29	72.5	20	50.0	20	50.0	14	35.0	26	65.0
	Kesinlikle katılmıyorum	2	22.2	7	77.8	4	44.4	5	55.6	5	55.6	4	44.4

**Şekil 1.** Beslenme tutum ölçeği ile beslenme davranış ölçeği ilişkisi**Figure 1.** Relationship between nutrition attitude scale and nutrition behavior scale

Sonuç

Çalışma sonuçlarına bakıldığında, çalışmaya katılan çocukların beslenme alışkanlıklarının sağlıklı olma durumunun orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bulgular çocukların olumlu beslenme tutum ve davranışlarına sahip olması ve bunu sürdürebilmeleri için müdahalelere duyulan ihtiyacı göstermektedir. Bu müdahalelerden en yaygın ve en etkili yöntemin çocukluk çağında diyetisyen rehberliğinde aile ve/veya öğretmen destekli planlanıp uygulanacak beslenme eğitim programlarıdır. Ailelerin, öğretmenlerin dahil edildiği beslenme eğitimi programlarıyla çocukların beslenme davranışlarında daha olumlu, sürdürülebilir gelişmelerin sağlanabileceği düşünülmektedir. Beslenme eğitim programlarında eğitimden önce ve eğitimden sonra benzer ölçekler kullanılarak çocukların beslenme tutum ve davranışlarındaki değişimler analiz edilerek eksiklere yönelik girişimlerin yapılması oldukça önemlidir. Bu özellikleri içeren, benzer ölçeklerin kullanıldığı, çocuklara etkisinin ön test-son testlerle belirlendiği, randomize kontrollü ve uzun süreli güncel çalışmaların yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Çalışma, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü Üniversitesi Sağlık Alt Etik Kurul Komitesi 21.10.2019 tarih ve 2019/23-06 sayılı karar ile onaylanmıştır.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

Finansal destek: Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alderman, H., & Headey, D.D. (2017). How important is parental education for child nutrition?. *World Development*, 94, 448-464.

<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.007>

Argilagos, M.R., Herrera, A.V., & Valdiviezo, W.V. (2022). Evaluation of nutritional education strategies in schools in ecuador using neutrosophic TOPSIS. *International Journal of Neutrosophic Science*, 18(3), 208-217.

<https://doi.org/10.54216/IJNS.1803018>

Arvidson, C.R. (1990). Children's cardiovascular health promotion attitude scale: an instrument development. *Doktora tezi*. Texas Woman's University. Denton, TX, Texas.

Asmare, B., Taddele, M., Berihun, S., & Wagnaw, F. (2018). Nutritional status and correlation with academic performance among primary school children, northwest Ethiopia. *BMC Research Notes*, 11(1), 1-6.

<https://doi.org/10.1186/s13104-018-3909-1>

Başay, Ö., Başay, B.K., Erbay, C., Coşkun, O., & Sağroğlu, B. (2021). Çocuk ve ergen psikiyatri polikliniğine başvuran olguların beden kitle indeksi, beslenme tutum ve davranışları: duygusal ve davranışsal sorunlarla ilişkisi. *Pamukkale Tıp Dergisi*, 14(2), 402-415.

<https://doi.org/10.31362/patd.852842>

Başçi, A. B. (2020). Sağlık davranışı etkileşim modeline dayalı sağlıklı beslenme programının ilköğretim öğrencilerinin beslenme tutum ve davranışlarına etkisi. *Doktora tezi*. Hacettepe Üniversitesi. Ankara.

Bogale, T.Y., Bala, E.T., Tadesse, M., & Asamoah, B.O. (2018). Prevalence and associated factors for stunting among 6–12 years old school age children from rural community of Humbo district, Southern Ethiopia. *BMC Public Health*, 18(1), 1-8.

<https://doi.org/10.1186/s12889-018-5561-z>

Bozdemir, E., Burcu, U.S.L.U., & Alphan, M.E. (2021). Amatör ritmik cimnastik yapan çocukların beslenme alışkanlıkları ile ebeveyn besleme tarzı arasındaki ilişkinin saptanması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 156-173.

<https://doi.org/10.17155/omuspd.796349>

Büyüköztürk, Ş. (2015). Sosyal bilimleri için veri analizi el kitabı, 21, Ankara: Pegem Akademi. ISBN: 978-975-6802-74-8

Çeltek Orhan, Ö., Karayagız Muslu, G., Manav, G., & Kara, R. (2022). An investigation of the relationship between nutritional behaviours and nutritional self-efficacy in children. *Child: Care, Health and Development*, 48(5), 744-750.
<https://doi.org/10.1111/cch.12982>

Edmundson, E., Parcel, G.S., Perry, C.L., Feldman, H.A., Smyth, M., Johnson, C.C., et al (1996). The effects of the child and adolescent trial for cardiovascular health intervention on psychosocial determinants of cardiovascular disease risk behavior among third-grade students. *American Journal of Health Promotion*, 10(3), 217-225.
<https://doi.org/10.4278/0890-1171-10.3.217>

Elmas, C., & Arslan, P. (2020). Effect of nutrition education received by teachers on primary school students' nutrition knowledge. *Nutrition Research and Practice*, 14(5), 532-539.
<https://doi.org/10.4162/nrp.2020.14.5.532>

Erdoğan, D.S., & Öztürk, M. (2010). Çocukların beslenme alışkanlıklarının sağlık davranışı etkileşim modeline göre incelenmesi. *Doktora tezi*, T.C. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Gardašević, N., Anđelić, M., Joksimović, M., & Ahmedov, F. (2020). Analysis of nutritional status of primary school children in Montenegro. *Sport I Zdravlje*, 15(1).
<https://doi.org/10.7251/SIZEN2001102G>

Güler, R. (2023). Hemşire Liderliğinde Uygulanan “Okul Çağı Çocuklarında Sağlık Geliştirme Programının” Etkinliğinin Değerlendirilmesi ve Çocuk Sağlık Okuryazarlığı Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Doktora tezi*, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC.

Halloran, K.M., Gorman, K., Fallon, M., & Tovar, A. (2018). Nutrition knowledge, attitudes, and fruit and vegetable intake as predictors of head start teachers' classroom mealtime behaviors. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 50(4), 340-348.
<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.10.015>

Hamulka, J., Wadolowska, L., Hoffmann, M., Kowalkowska, J., & Gutkowska, K. (2018). Effect of an education

program on nutrition knowledge, attitudes toward nutrition, diet quality, lifestyle, and body composition in polish teenagers. The ABC of healthy eating project: design, protocol, and methodology. *Nutrients*, 10(10), 1439.
<https://doi.org/10.3390/nu10101439>

Haney, M.Ö., & Bahar, Z. (2014). Çocuk kalp sağlığını geliştirme tutum ölçeği'nin geçerlik ve güvenilirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(2), 92-97.

Jaeger, S.R., Rasmussen, M.A., & Prescott, J. (2017). Relationships between food neophobia and food intake and preferences: Findings from a sample of New Zealand adults. *Appetite*, 116, 410-422.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.030>

Jarpe-Ratner, E., Folkens, S., Sharma, S., Daro, D., & Edens, N.K. (2016). An experiential cooking and nutrition education program increases cooking self-efficacy and vegetable consumption in children in grades 3–8. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 48(10), 697-705.
<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2016.07.021>

Keskin, K., Çubuk, A., Alpkaya, U., Öztürk, Y. (2017). 12–14 yaş çocukların fiziksel aktivite düzeyleri ile beslenme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilim Dergisi*, 7(3), 34–43.

Konca, E., Ermiş, E., Ermiş, A., Erilli, N.A. (2019). 7-14 yaş öğrencilerin fiziksel aktivite durumları ve beslenme alışkanlıklarının araştırılması. *Social Sciences* 14(1), 105–117.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14821>

Kral, T.V. (2018). Food neophobia and its association with diet quality and weight status in children. In *Food neophobia* (pp. 287-303). Woodhead Publishing.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101931-3.00014-8>

Laureati, M., Bertoli, S., Bergamaschi, V., Leone, A., Lewandowski, L., Giussani, B., ... & Pagliarini, E. (2015). Food neophobia and liking for fruits and vegetables are not related to Italian children's overweight. *Food Quality and Preference*, 40, 125-131.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.008>

Mariás, Y.F., & Glasauer, P. (2014). *Guidelines for assessing nutrition-related knowledge, attitudes and practices*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Nasreddine, L.M., Kassis, A.N., Ayoub, J.J., Naja, F.A., & Hwalla, N.C. (2018). Nutritional status and dietary intakes of children amid the nutrition transition: the case of the Eastern Mediterranean Region. *Nutrition Research*, 57, 12-27.

<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.04.016>

Özdamar, K. (2015). SPSS ile biyoistatistik, Eskişehir: Nisan Kitabevi Yayınları.

Prangthip, P., Soe, Y.M., & Signar, J.F. (2021). Literature review: nutritional factors influencing academic achievement in school age children. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 33(2).

<https://doi.org/10.1515/ijamh-2018-0142>

Pongutta, S., Ajetunmobi, O., Davey, C., Ferguson, E., & Lin, L. (2022). Impacts of school nutrition interventions on the nutritional status of school-aged children in asia: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 14(3), 589.

<https://doi.org/10.3390/nu14030589>

Romanos-Nanclares, A., Zazpe, I., Santiago, S., Marín, L., Rico-Campà, A., & Martín-Calvo, N. (2018). Influence of parental healthy-eating attitudes and nutritional knowledge on nutritional adequacy and diet quality among preschoolers: the SENDO project. *Nutrients*, 10(12), 1875.

<https://doi.org/10.3390/nu10121875>

Sharma, N., Asaf, A., Vaivada, T., & Bhutta, Z.A. (2022). Delivery strategies supporting school-age child health: a systematic review. *Pediatrics*, 149 (Supplement 6).

<https://doi.org/10.1542/peds.2021-053852L>

Türkyılmaz, S., Seher, E.S.E.N., & Küçükaydın, M.A. (2022). The effect of digital stories about healthy eating on health behaviors of primary school children. *Journal of Education and Future*, (22), 69-83.

<https://doi.org/10.30786/jef.990469>

The effect of amaranth, a pseudo-cereal, on the activity of *L. acidophilus* probiotic bacteria and its antioxidant activity in the gastrointestinal digestion process

Büşra KARKAR

Cite this article as:

Karkar, B. (2024). The effect of amaranth, a pseudo-cereal, on the activity of *L. acidophilus* probiotic bacteria and its antioxidant activity in the gastrointestinal digestion process. *Food and Health*, 10(2), 104-114. <https://doi.org/10.3153/FH24010>

University of Bursa Uludağ, Faculty of
Science and Arts, Department of
Chemistry, Bursa/Türkiye

ORCID IDs of the authors:

B.K. 0000-0001-6547-5558

Submitted: 17.07.2023

Revision requested: 07.11.2023

Last revision received: 18.11.2023

Accepted: 18.12.2023

Published online: 29.02.2024

ABSTRACT

Pseudo-cereals are an excellent source of nutrients, rich in carbohydrates, dietary fiber, protein, lipids, phytochemicals, and minerals such as magnesium, zinc, copper, sodium, potassium, and calcium. The positive effects of gluten-free pseudo-cereals on the digestive system are an alternative to natural cereals. Pseudo-cereals have prebiotic properties and strengthen digestion by positively affecting the development of probiotic bacteria, especially *Lactobacillus*. Therefore, the effect of amaranth, a pseudo-cereal, on the activity of *L. acidophilus* probiotic bacteria, which helps digestion, was determined. First, solvent, acidic, and basic hydrolysis extractions of amaranth in eight different solvent media were performed, and total phenolic content and antioxidant activity values were determined. The total phenolic content values in the gastrointestinal digestion process were investigated by applying three different consumption methods, milling, boiling, and drying, to amaranth grains. *L. acidophilus* probiotic bacteria were activated with milled, dried, and boiled amaranth, and the increase in viability was examined. While the viability of *L. acidophilus* activated with milled and dried amaranth increased by 9.47% and 7.46%, respectively, the viability of bacteria activated with boiled amaranth almost did not increase (0.60%).

Keywords: Pseudo-cereals, Amaranth, *L. acidophilus*, Probiotic bacteria, Antioxidant, Gastrointestinal

Correspondence:

Büşra KARKAR

E-mail: busrakarkar@uludag.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

Introduction

Pseudo-cereals are the seed grains of dicotyledonous plants of different plant families, such as *Amaranthaceae* and *Chenopodiaceae*. This type of cereal is physically similar to natural cereal grains from monocotyledonous plants of the *Poaceae* or *Gramineae* family (Shewry, 2016). The most known pseudo-cereals are quinoa from *Chenopodiaceae*, chia from *Lamiaceae*, buckwheat from *Polygonaceae*, and amaranth from *Amaranthaceae* (Upasana & Yadav, 2022).

Pseudo-cereal grains are a good source of nutrients. It contains 50-70% of carbohydrates, 4-12% of dietary fibre, 7-16% of protein, 4-7% of lipid, and a high amount of micronutrients such as zinc, copper, manganese, potassium, sodium, calcium, and magnesium (Malleshi et al., 2020). Pseudo-cereal grains do not contain gluten, and they also contain low starch. Due to its high lipid and protein content, it is high in calories like natural cereals (Bekkering & Tian, 2019). Pseudo-cereals have antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and antihypertensive properties due to their rich phytochemical content. In addition, pseudo-cereals show protective activities for bone and gastrointestinal system health (Upasana & Yadav, 2022). The positive activities of cereals on the health of the gastrointestinal tract have been known for many years. However, in recent years, many studies have supported the idea that pseudo-cereals can be an alternative to natural cereals. The main emphasis of these studies is that pseudo-cereals contribute to the viability of probiotic bacteria, one of the most essential elements of the gastrointestinal system. Especially pseudo-cereals are the substrate of *Lactobacillus* species from probiotic bacteria and have prebiotic activity (Ugural & Akyol, 2022).

Amaranth is a plant of the *Amaranthaceae* family, cultivated in Asia, Africa, and Central and South America (House et al., 2020; Olawoye & Gbadamosi, 2020). Amaranth has been consumed as a vegetable in the Americas for thousands of years. Nowadays, various parts of the plant are used for different purposes; for example, the flowers are used to produce red dye, the seeds are used as grain for flour production and animal nutrition, and the leaves are used in food (López-Mejía et al., 2014). Various parts of the plant are rich in carbohydrates (61.4%), dietary fibre (20.6%), protein (16.5%), vitamins, and minerals, which are highly beneficial for human health (Petrova & Petrov, 2020; Shewry, 2016). These parts also contain components with antioxidant activity, such as flavonoids, phenolic acids, carotenoids, and tannins (Silva et al., 2021). Amaranth is approved as a superfood due to its rich content of beneficial components for human nutrition

and health. The literature has revealed that amaranth can effectively overcome nutrition-related health problems (Ruth et al., 2021).

The main aim of this study is to examine the effect of amaranth, which is a pseudo-cereal, on the activity of probiotic bacteria that help digestion and to determine its antioxidant activity. For this purpose, various extracts of amaranth were prepared, and total phenolic content and antioxidant capacity values were determined. In addition, amaranth was used as a prebiotic to increase the viability of *Lactobacillus acidophilus* probiotic bacteria, and its effect on bacterial viability was investigated. Also, with the preparation of consumable forms of amaranth, their digestion in the *in-vitro* gastrointestinal tract was investigated.

Materials and Methods

Chemical and Reagent

Acetic acid, acetone, *n*-butanol, ethanol, ethyl acetate, hexane, hydrochloric acid, methanol, petroleum ether, and potassium persulfate were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine, copper(II) sulfate pentahydrate, Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid (HPLC grade), pancreatin, pepsin, sodium acetate trihydrate, sodium carbonate, sodium hydroxide, potassium sodium tartrate, and Trolox (HPLC grade), were supported from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO., USA). Bile salt, potassium dihydrogen phosphate, and sodium chloride were purchased from Edukim, Isolab, and Tekkim, respectively.

Preparation of Amaranth (*Amaranthus*)

The amaranth used in the research was purchased commercially. The amaranth, which will be used for spectroscopic analysis, was milled, and its dimensions were determined in the 14-30 mesh range. For *in-vitro* gastrointestinal digestion analysis, amaranth was prepared in three ways: grinding into flour, drying in an oven at 100°C for one h, and boiling at 100°C for 30 min.

Extraction of Amaranth

In order to determine the total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (AA) of amaranth, ultrasonic extractions (160 W, 50 Hz) were performed in eight different solvents (water, methanol, ethanol, acetone, ethyl acetate, *n*-butanol, petroleum ether, and hexane) environments in three different

ways: solvent extraction, acidic hydrolysis, and basic hydrolysis. For solvent extraction, 1 g of amaranth was extracted with 10 mL of solvent for 4 h at 45°C. For acidic hydrolysis extraction, amaranth (1 g) was extracted with solvent (10 mL) and 1 M HCl (0.1 mL) at 45°C for 4 h. At the same time, 1M NaOH was used instead of 1 M HCl for basic hydrolysis extraction. All the extracts were filtered through filter paper, and the extracts other than water, methanol, and ethanol were evaporated in an evaporator. The remaining residues were dissolved in methanol, and all extracts were kept at 4°C until analysis (Karkar & Şahin, 2022).

Spectroscopic Analysis

Total phenolic content (TPC) analysis

The Folin-Ciocalteu method was used to determine the TPC of amaranth extracts (Akkan & Aybastier, 2023; Güçlü et al., 2006; Karkar & Şahin, 2022; Singleton et al., 1999). According to the method, 0.25 mL of amaranth extract was mixed with Lowry C (2.5 mL) (prepared by mixing Lowry A (0.4% NaOH and 2.0% Na₂CO₃) and Lowry B (1.0% NaKC₄H₄O₆ and 0.5% CuSO₄) in a ratio of 50:1) solution and 0.67 N Folin reagent (0.25 mL). The total volume was made up of 4.75 mL of distilled water. The samples were kept in a dark environment for 30 min, and absorbance measurements were performed at 750 nm using a UV-VIS spectrometer. The TPC of amaranth was determined as mg gallic acid equivalent (GAE)/ 100 g amaranth.

The antioxidant activity (AA) analysis

The ABTS (Karkar & Şahin, 2022; Re *et al.*, 1999) and FRAP (Benzie & Strain, 1996; Karkar & Şahin, 2022) methods determined the AA of amaranth. ABTS* radical solution used in the AA analysis by ABTS method was prepared by mixing 2.45 mM K₂S₂O₈ with 7 mM ABTS solution. For the analysis, amaranth extract (0.1 mL), ethanol (3.9 mL), and ABTS* radical solution (1 mL - 1:10 diluted with distilled water) were mixed, and the samples were kept for 6 min. The absorptions of the samples were measured with a UV-VIS Spectrophotometer at 734 nm, and the AA values of Amaranth were determined as mg Trolox equivalent (TE)/100 g Amaranth.

According to the AA of the FRAP method, 0.1 mL of amaranth extract and 2.9 mL of FRAP reagent (prepared by mixing pH 3.6 acetate buffer, 20 mM FeCl₃ solution, and 10 mM TPTZ solution (by 40 mM HCl) in a ratio 10:1:1) were mixed. The samples were kept in a dark environment for 30 min, and absorbance measurements were performed at 593 nm using a UV-VIS spectrometer. The AA of amaranth was determined as mg trolox equivalent (TE)/ 100 g amaranth.

Statistical Analysis

The analysis data were statistically analysed using the MINITAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) statistical program with Fit General Linear Model ANOVA (solvent, acidic, and basic hydrolysis extracts separately for each method ($p < 0.01$), and TPC, ABTS and FRAP methods separately for each extract ($p < 0.01$)). Analyses were performed in two repetitions.

In-vitro Gastrointestinal Digestion Analysis

An analysis examined how the human digestive system breaks down amaranth. Two different simulated digestive fluids were created for gastrointestinal digestion. The simulated gastric fluid (SGF; pH 2.00) was prepared using sodium chloride (0.2%; w/v) and porcine pepsin (1600 U/mL of final volume), and the pH was adjusted to 2.0 ± 0.2 (0.2 N HCl). The simulated intestinal fluid (SIF; pH 7.00) was prepared using potassium dihydrogen phosphate (0.68%; w/v), bile salt (0.3%; w/v), and porcine pancreatin (800 U/mL of final volume), and pH was adjusted to 7.0 ± 0.2 (0.2 N NaOH) (Tipigil, 2015).

The SGF medium (10 mL) was added to the milled, dried, and boiled amaranth samples (1 g), and gastric digestion was carried out for 2 h in a shaker incubator at 37°C and 100 rpm. After gastric digestion, the pH of the medium was adjusted to 7.0 with 0.2 N NaOH, and the SIF medium (10 mL) was added. For intestinal digestion, the medium was incubated for 2 h in a shaker incubator at 37°C and 100 rpm. During gastric and intestinal digestion, a 1 mL of sample was taken every 30 min from the digestive fluid, kept in an ice bath for 15 min, and centrifuged at 6000 rpm for 15 min. Then, the TPC of the samples (1 mL) taken from the media was determined, and the amounts of phenolic compounds released from the amaranth samples into the environment during gastrointestinal digestion were determined.

The Effect of Amaranth on Probiotic Bacterial Viability

The effect of amaranth on the viability of probiotic bacteria was investigated using the prebiotic effect of amaranth. The analysis used three forms of amaranth - milled, dried, and boiled - while *Lactobacillus acidophilus* species from the *Lactobacillaceae* family was used as probiotic bacteria. *L. acidophilus* (DSM 20079) bacterial strain was activated by incubation at 37°C for 24 h under anaerobic conditions in 5 mL of De Man, Rogosa, and Sharpe (MRS) medium (sterilised at 121°C for 15 minutes). After incubation, the bacterial culture was sequentially activated in MRS-Broth medium twice un-

der the same anaerobic conditions, and a stock bacterial culture was prepared. *L. acidophilus* stock bacterial culture was activated by incubating at 37°C for 24 h under anaerobic conditions in MRS-Broth containing 1% (w/v) milled, dried, and boiled amaranth. Only *L. acidophilus* was activated under the same incubation conditions as the control group. The viability of the *L. acidophilus* strain was determined using the pour plate technique. Serial dilutions of activated bacterial strains in physiological saline were prepared and planted on sterile plates, and their growth in MRS-Agar medium was examined. Plates were placed in anaerogenic jars with AnaeroGen Gas Packs and left for 72 h under anaerobic incubation at 37°C. Colony forming units (cfu) per mL of probiotic bacteria (log cfu/mL) were determined by counting the colonies formed after incubation. The effect of amaranth on the increase in bacterial viability was determined by comparing the viability of ground, roasted, and boiled amaranth-containing bacteria with the control group. The results (two repetitions)

were statistically analysed using the MINITAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) statistical program with One-Way ANOVA (*L. acidophilus* bacterial viability for each amaranth sample $p < 0.01$)).

Results and Discussion

Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Amaranth

The TPC and AA values of different amaranth extracts are given in Table 1. The effect of solvent medium, extraction method, and solvent medium x extraction method interaction on the TPC and AA results of amaranth extracts was statistically significant at a 99% confidence level according to ANOVA analysis (Table 2). The TPC and AA values of amaranth were seen to vary at different solvent mediums and extraction methods.

Table 1. The TPC (mg GAE/100 g amaranth) and AA (mg TE/100 g amaranth) of amaranth

Solvent		TPC	ABTS	FRAP
W	SE	581.80 ± 18.40 ^c	148.01 ± 1.37 ^b	32.28 ± 0.33 ^{ij}
	AH	606.70 ± 18.98 ^b	97.92 ± 1.36 ^c	15.84 ± 0.12 ^j
	BH	722.11 ± 18.68 ^a	176.53 ± 0.89 ^a	60.70 ± 2.34 ^{g,h,i}
M	SE	70.17 ± 4.29 ^{h,i}	47.30 ± 1.27 ^e	37.08 ± 2.17 ^j
	AH	134.90 ± 5.37 ^e	46.60 ± 1.24 ^e	40.43 ± 1.14 ^{h,i,j}
	BH	88.25 ± 2.88 ^g	79.73 ± 0.79 ^d	138.89 ± 3.59 ^{d,e}
E	SE	113.25 ± 5.04 ^f	11.89 ± 0.87 ^m	231.97 ± 12.85 ^a
	AH	364.11 ± 0.70 ^d	7.45 ± 0.14 ⁿ	207.65 ± 4.10 ^{a,b}
	BH	66.62 ± 0.92 ^{h,i,j}	34.52 ± 0.79 ^g	159.08 ± 17.76 ^{c,d}
A	SE	41.65 ± 0.43 ^{l,m,n}	19.00 ± 1.11 ^j	152.88 ± 0.40 ^{c,d}
	AH	59.10 ± 3.66 ^{j,k}	25.36 ± 0.60 ^h	131.22 ± 27.56 ^{d,e}
	BH	40.31 ± 0.42 ^{l,m,n}	16.81 ± 1.30 ^{k,l}	130.38 ± 42.72 ^{d,e}
EA	SE	34.70 ± 0.40 ⁿ	14.51 ± 0.90 ^{l,m}	159.86 ± 5.61 ^{c,d}
	AH	52.54 ± 1.27 ^{k,l}	20.14 ± 1.10 ^j	196.72 ± 6.31 ^b
	BH	47.49 ± 2.88 ^{k,l,m,n}	22.86 ± 0.42 ^{h,i}	180.25 ± 5.02 ^{b,c}
B	SE	53.66 ± 0.66 ^{j,k,l}	24.58 ± 1.57 ^h	112.06 ± 0.84 ^{c,f}
	AH	77.79 ± 1.67 ^{g,h}	39.47 ± 2.83 ^f	35.98 ± 0.86 ^{ij}
	BH	60.01 ± 2.63 ^{j,k}	35.48 ± 3.71 ^g	88.95 ± 1.43 ^{f,g}
PE	SE	36.71 ± 3.30 ^{m,n}	15.34 ± 0.71 ^{k,l,m}	160.68 ± 8.65 ^{c,d}
	AH	45.75 ± 1.36 ^{k,l,m,n}	15.15 ± 0.91 ^{k,l,m}	72.19 ± 3.90 ^{g,h}
	BH	42.38 ± 2.33 ^{l,m,n}	18.54 ± 1.58 ^{j,k}	151.59 ± 17.19 ^{c,d}
H	SE	48.81 ± 1.21 ^{k,l,m}	14.23 ± 0.22 ^{l,m}	149.83 ± 9.47 ^{c,d}
	AH	66.86 ± 4.93 ^{h,i,j}	17.92 ± 0.11 ^{j,k,l}	84.79 ± 3.86 ^{f,g}
	BH	47.03 ± 4.82 ^{k,l,m,n}	16.80 ± 0.46 ^{k,l}	148.91 ± 7.56 ^{c,d}

*mean ± standard deviation (two replicates)

W: water, M: methanol, E: ethanol, A: acetone, EA: ethyl acetate, B: butanol, PE: petroleum ether, H: hexane, SE: solvent extraction, AH: acidic hydrolysis, BH: basic hydrolysis, TPC: total phenolic content, AA: antioxidant activity; a–n: Lowercase superscripts indicate significant differences in TPC and AA values of amaranth under different extraction conditions for each method ($p < 0.01$).

Table 2. *P-values* of the effect of solvent medium and extraction method on TPC and AA of amaranth

	TPC	<i>p</i> -value ABTS	FRAP
Solvent medium	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Extraction method	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Solvent medium x Extraction method	< 0.01	< 0.01	< 0.01

TPC: total phenolic content, AA: antioxidant activity

The effects of solvent media and extraction method separately on TPC and AA values of amaranth at a 99% confidence level were investigated by ANOVA analysis (Table 3). When the TPC values of amaranth extracts were examined, it was found that the TPC of water extracts was the highest, while the TPC of petroleum ether extract was the lowest. As the solvent polarity decreased, the TPC of amaranth decreased. Compared to extraction methods, amaranth's TPC is generally highest in acidic hydrolysis and lowest in solvent extraction (Table 3). While the TPC of the aqueous basic hydrolysis extract of amaranth was found to be 722.11 ± 18.68 mg GAE/100g amaranth in the highest amount, it was determined as 34.70 ± 0.40 mg GAE/100g amaranth in the lowest amount of ethyl acetate solvent extract (Table 1). According to Peiretti *et al.* (2017), the TPC of the methanolic extract of amaranth seeds was determined as 4.35 ± 0.19 mg/g. Sandoval-Sicairos *et al.* (2020) determined the TPC of unprocessed amaranth seed as 23.3 ± 1.2 mg/100g DW and the TPC of germinated amaranth seed as 27.3 ± 1.8 mg/100g DW. In another study, the total phenolic content of amaranth flour after fermentation with water was 2.55 ± 0.20 mg GAE/g (Yeşil & Levent, 2022). According to Sarker, Oba, & Daramy (2020), in a study conducted with different genotypes of amaranth, the TPC range was between 78.22 ± 0.35 and 228.66 ± 0.42 µg/g DW.

When the AA results of amaranth are compared according to solvent mediums, the highest AA was observed in water solvent mediums in the ABTS method, while the lowest was in petroleum ether solvent mediums (Table 3). It was observed that the AA value increased with the ABTS method as the solvent polarity increased. In the FRAP method, while the highest AA was detected in the ethanol solvent medium, the lowest was observed in the methanol solvent medium (Table 3). It was observed that the AA value was higher in the medium polarity solvent with the FRAP method. When the antioxidant activities of amaranth were compared according to the extraction methods, it was determined that the basic hydrolysis results were the highest and the acidic hydrolysis results were the lowest in both analysis methods (Table 3). The

AA of amaranth was found in the highest basic hydrolysis extract of water (176.53 ± 0.89 mg TE/100g amaranth) with the ABTS method and the lowest in the acidic hydrolysis extract of ethanol (7.45 ± 0.14 mg TE/100g amaranth), while the highest in the ethanol extract (231.97 ± 12.85 mg TE/100g amaranth) with the FRAP method and the lowest in the acidic hydrolysis extract of water (15.84 ± 0.12 mg TE/100g amaranth). According to Sarker *et al.* (2020), in a study conducted with different genotypes of amaranth, the AA range was found to be between 16.71 ± 0.06 and 49.64 ± 0.04 µg/g DW by the ABTS method.

The most commonly used solvents in the extraction of phenolic compounds are water, ethanol, methanol, acetone, and their acidic/non-acidic water mixtures. Studies on this subject have reported that ethanol and methanol solvents are more effective than other solvents in extracting phenolic compounds. However, TPC and AA values of amaranth samples were generally determined to be higher in extracts obtained with water solvent than in methanol and ethanol solvents. Phenolic compounds do not show similar AA in hydrophilic and hydrophobic solvent environments. In the AA measurements, solvent type and polarity affect the hydrogen atom and electron transfer. Most of the phenolic compounds responsible for antioxidant properties are hydrophilic. Therefore, hydrogen atom bonding in polar solvents causes significant changes in the H-atom donor activities of phenolic compounds and affects the measured AA. Although there is a solvent effect in frequently used AA determination methods, the type and properties of the solvent affect each method differently. Therefore, each method gives different AA results even in the same solvent environment. When the effects were examined, the AA values of amaranth were found to be high in the water extract with the ABTS method, while they were increased in the ethanol extract with the FRAP method. ABTS and FRAP methods can be applied to hydrophilic and lipophilic phenolic compounds. However, while the ABTS method is in neutral conditions, the FRAP method is in acidic conditions (Boeing *et al.*, 2014; Çelik, 2011; Karaaslan *et al.*, 2018; Turkmen *et al.*, 2006).

Table 3. The effects of solvent media and extraction method on TPC and AA of amaranth

Solvent Medium	N	TPC (mg/100g)	ABTS (mg/100g)	FRAP (mg/100g)
W	6	646.46 ^a	140.57 ^a	36.28 ^e
M	6	96.76 ^c	57.88 ^b	72.13 ^d
E	6	181.33 ^b	17.95 ^{e,f}	199.57 ^a
A	6	47.02 ^{e,f}	20.39 ^d	138.16 ^c
EA	6	44.91 ^f	19.17 ^{d,e}	178.94 ^b
B	6	63.82 ^d	33.18 ^c	79.00 ^d
PE	6	41.76 ^f	16.21 ^f	128.15 ^c
H	6	54.23 ^e	16.23 ^f	127.84 ^c
Extraction Method	N	TPC (mg/100g)	ABTS (mg/100g)	FRAP (mg/100g)
SE	16	123.90 ^c	36.81 ^b	129.58 ^a
AH	16	176.44 ^a	33.66 ^c	98.11 ^b
BH	16	140.77 ^b	50.13 ^a	132.34 ^a

W: water, M: methanol, E: ethanol, A: acetone, EA: ethyl acetate, B: butanol, PE: petroleum ether, H: hexane, SE: solvent extraction, AH: acidic hydrolysis, BH: basic hydrolysis, TPC: total phenolic content, AA: antioxidant activity; a–f: Lowercase superscripts indicate significant differences in TPC and AA values of amaranth under different solvent mediums and extraction methods for each method ($p < 0.01$).

According to the results of the LSD (Least Significance Difference) test performed to determine the difference between extracts in terms of TPC, ABTS, and FRAP values, it is seen that all samples are in different groups ($p < 0.01$). The correlation of TPC, ABTS, and FRAP of amaranth obtained under different extraction conditions with various solvents was determined using the MINITAB 17.0 (Minitab Inc., Stage College, PA) statistical program with Basic statistical analysis. The inter-method correlation coefficient stated in the 99% confidence interval is given in Table 4. The structure of phenolic compounds and the application conditions of AA methods cause different antioxidant activities obtained from different solvent environments. The TPC method is carried out in basic conditions, the ABTS method in neutral conditions, and the FRAP method in acidic conditions. The different application conditions of the methods lead to differences in the antioxidant activity values of extracts prepared with solvents of different polarities. This situation also affects the correlation between methods. A positive correlation was observed between TPC and ABTS, while a negative correlation was observed between FRAP/ABTS and FRAP/TPC.

In-vitro Gastrointestinal Analysis

In *in-vitro* gastrointestinal analyses, digestion time and pH of the medium in simulated gastric fluid differ between researchers. Digestion in the simulated gastric medium is considered 90 min in some research, while 120 min in some research. It has been observed that the average pH range of gastric fluid

varies between 1.5 and 2.5. For the gastric medium, the digestion time and pH of SGF were chosen to be 120 min and 2.00 ± 0.20 , respectively. After gastric digestion, the samples were taken directly into the intestinal medium, and intestinal digestion was performed for 120 min. The TPC values of the samples taken from the gastric and intestinal mediums every 30 min were determined and examined against digestion time.

The TPC of milled, dried, and boiled amaranth after *in-vitro* gastrointestinal digestion is given in Figure 1. The initial TPC of milled amaranth was 4.52 ± 0.22 mg GAE/g sample, while the initial TPC of dried and boiled amaranth decreased (3.45 ± 0.13 and 2.38 ± 0.17 mg GAE/g sample, respectively). When amaranth was directly heat treated, a decrease in TPC value was observed compared to milled amaranth. Likewise, the TPC value of boiled amaranth in an aqueous medium decreased more than that of dried amaranth. Due to the complex structure of phenolic substances, some phenolic compounds are inactivated due to heat treatment, while others can become free. As a result, some phenolics in dried amaranth appear to be inactivated after heat treatment. In boiled amaranth, while some of the phenolics were inactivated after heat treatment, it was accepted that some were extracted by passing into the aqueous medium. Therefore, the initial TPC value of untreated amaranth (milled) was higher than that of treated (dried and boiled) amaranth samples.

After gastric digestion, the TPC of milled amaranth was increased by 46.03% to 6.59 ± 0.18 mg GAE/g sample, the TPC

of dried amaranth increased by 9.61% to 3.79 ± 0.20 mg GAE/g sample, and the TPC of boiled amaranth was increased by 13.93% to 2.71 ± 0.07 mg GAE/g sample. The amaranth samples were passed directly into the intestinal environment after gastric digestion, and an increase in TPC was observed in all amaranth samples. After intestinal digestion, the TPC of milled amaranth was increased by 114.62% to 9.69 ± 0.48 mg GAE/g sample, while the TPC of dried and boiled amaranth was increased by 21.02% (4.18 ± 0.35 mg GAE/g sample) and 27.96% (3.05 ± 0.20 mg GAE/g sample).

Phenolic compounds in food materials are generally linked to chemical bonds by carbohydrates, proteins, and dietary fibres (de Araújo *et al.*, 2021; Jakobek, 2015). Phenolic compounds become more resistant to *in-vitro* gastrointestinal conditions as they are present in foods in glycosylated form (de Araújo *et al.*, 2021; Pavan *et al.*, 2014). At the same time, as a result of chemical reactions with pH and enzyme changes during *in-vitro* gastrointestinal digestion, the TPC value and antioxidant properties of the food material may change (Dantas *et al.*, 2019; de Araújo *et al.*, 2021). The increase in TPC values of various forms of amaranth (milled, dried, and boiled) after *in-vitro* gastrointestinal digestion indicates that phenolic compounds were released more into the medium during digestion. At the same time, this increase shows that phenolics are hydrolysed into different forms, such as glycosides, in acidic and basic environments.

The Effect of Amaranth on Probiotic Bacterial Viability

Amaranth (prebiotic) with high carbohydrate and dietary fibre content was used to increase the viability of *L. acidophilus* probiotic bacteria, which is naturally found in the human microbiota and widely used in the dairy industry. The viability results of *L. acidophilus* probiotic bacteria are given in Table 5. The bacterial viability of *L. acidophilus* without amaranth as a control was 7.18 ± 0.01 log cfu/mL. In order to determine the prebiotic effect of amaranth on *L. acidophilus* probiotic bacteria, amaranth was added while the bacteria were activated, milled, dried, and boiled. It was observed that the viability of probiotic bacteria activated with amaranth increased. Compared to the control, a log increase of 0.68 units was seen in the viability of *L. acidophilus* bacteria activated with milled amaranth. Likewise, an increase of log 0.54 and log 0.05 units was detected in the bacterial viability of *L. acidophilus* activated with dried and boiled amaranth, respectively. While milled amaranth increased bacterial viability by 9.47%, dried amaranth increased by 7.46%, and boiled amaranth increased by 0.60%. Based on the statistical analysis, it was observed that the viability of bacteria activated by milled and dried amaranth increased significantly compared to the control (initial) *L. acidophilus* probiotic bacteria. However, no significant increase in viability was observed in bacteria activated by boiled amaranth.

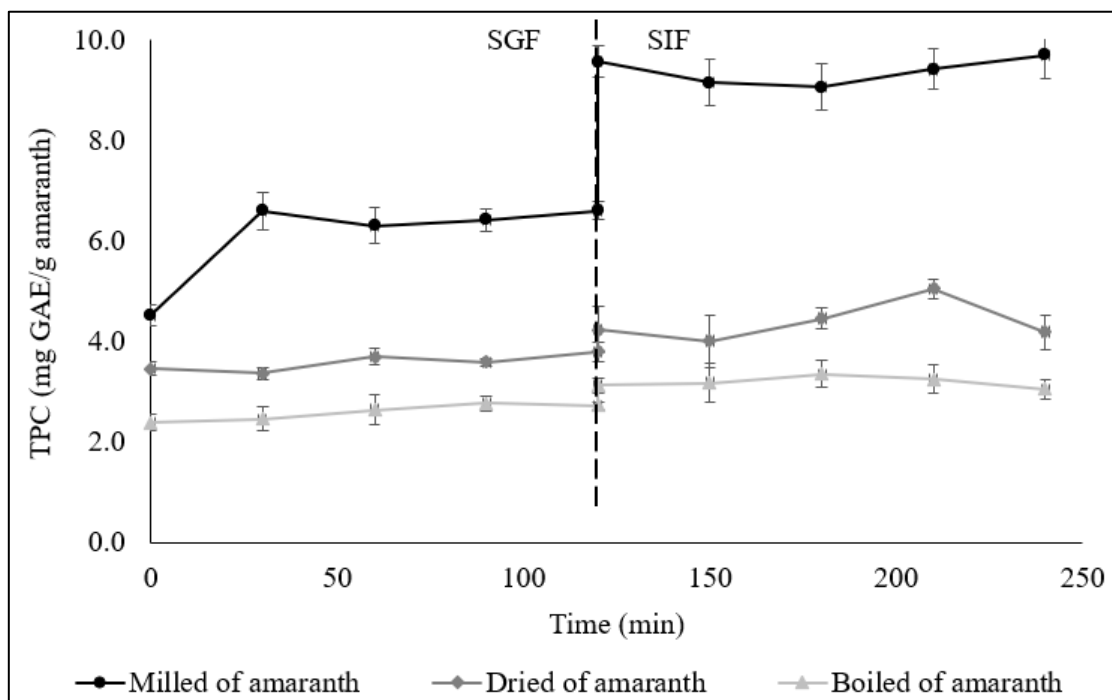


Figure 1. Gastrointestinal digestion of milled, dried, and boiled amaranth

Table 4. Correlation of TPC, ABTS, and FRAP of amaranth

		TPC	ABTS
ABTS	R ²	0.853	
	p-value	<0.01	
FRAP	R ²	-0.426	-0.578
	p-value	<0.01	<0.01

TPC: total phenolic content

Table 5. The effect of amaranth on the viability of *L. acidophilus* probiotic bacteria

	Viability of bacteria* (log cfu/mL)	Increase in vitality (%)
Control	7.18 ±0.01 ^c	
LA-MA	7.86 ±0.03 ^a	9.47
LA-DA	7.72 ±0.09 ^b	7.46
LA-BA	7.23 ±0.02 ^c	0.60

*mean ± standard deviation (two replicate)

Control: *L. acidophilus*, LA-MA: *L. acidophilus*-1% milled amaranth, LA-DA: *L. acidophilus*-1% dried Amaranth, LA-BA: *L. acidophilus*-1% boiled amaranth; a-c: Lowercase superscripts indicate differences in *L. acidophilus* bacterial viability for each amaranth sample.

Kockova *et al.* (2013) conducted a study to investigate the effect of various pseudocereals on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG probiotic bacteria. The researchers incubated the bacteria with different grains and flours, including rye flour, rye grain, barley flour, whole barley flour, amaranth flour, amaranth grain, buckwheat flour, whole buckwheat flour, whole oat flour, and millet grain at a temperature of 37°C for 18 h. They then examined the increase in bacterial viability after fermentation with each of these substrates. The viability increased after fermentation with rye flour (log 2.37), rye grain (log 2.73), barley flour (log 1.99), whole barley flour (log 2.06), amaranth flour (log 3.57), amaranth grain (log 2.60), buckwheat flour (log 2.31), whole buckwheat flour (log 2.33), whole oat flour (log 1.95), and millet grain (log 2.61) (Kocková *et al.*, 2013).

Different processing and cooking methods applied to amaranth grains affect the nutritional composition of amaranth. Studies were shown that the nutritional content of amaranth, such as protein, fat, carbohydrate, dietary fiber, magnesium, iron, calcium, and phenolic compounds, decreases by boiling and cooking with various methods (Ugural & Akyol, 2022). When bacterial viability increases are examined, boiled amaranth's effect on bacterial viability is quite low. Accordingly, boiling amaranth significantly reduces its prebiotic properties. Considering the literature studies, boiling amaranth reduces its nutritional content (especially carbohydrates and dietary fibre) much more than drying cooking.

Conclusion

Pseudo-grains, which protect the health of *in-vitro* gastrointestinal digestion, positively affect the vitality of probiotic bacteria, are a good source of nutrients, and are an alternative to natural grains. This study determined the TPC and AA values of the extracts of amaranth, which is a pseudo-grain prepared in various solvent environments. In general, it was observed that TPC and AA values of amaranth increased with increasing solvent polarity. The change in TPC values of amaranth consumed today using different cooking techniques was investigated after *in-vitro* gastrointestinal digestion. Therefore, the increase in TPC values of milled, dried, and boiled amaranth after *in-vitro* gastrointestinal digestion was highest in milled amaranth and lowest in boiled amaranth. In addition, these forms of amaranth on the viability of *L. acidophilus* probiotic bacteria, which positively affects *in-vitro* gastrointestinal digestion, were investigated. As a result, it was observed that the prebiotic effect of boiled amaranth decreased due to the decrease in nutritional values, and it did not affect the increase in the number of live bacteria. However, the viability of *L. acidophilus* probiotic bacteria activated with milled amaranth increased by 9.47%. In this case, it is predicted that consuming amaranth, which has a very high nutritional value and a prebiotic effect, will be more beneficial for human health without applying heat treatment.

Compliance with Ethical Standards

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

Ethics committee approval: Authors declare that this study includes no experiments with human or animal subjects. Ethics committee approval is not required for this study.

Data availability: Data will be made available on request.

Funding: This work was not funding-supported.

Acknowledgements: The author would like to thank the Council of Higher Education and Bursa Uludağ University for supporting being a contracted post-doctoral researcher. The author would like to thank Prof. Dr. Saliha Şahin for her academic and scientific support.

Disclosure: -

References

- Aklan, A., & Aybastier, Ö. (2023).** Beyaz hindibadan (*Cichorium intybus* L.) antioksidan maddelerin ultrasonik destekli ekstraksiyon parametrelerinin kemometrik optimizasyonu. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13, 553–565.
<https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1239972>
- Bekkering, C.S., & Tian, L. (2019).** Thinking outside of the cereal box: Breeding underutilised (Pseudo) cereals for improved human nutrition. *Frontiers in Genetics*, 10(December), 1–7.
<https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01289>
- Benzie, I.F.F., & Strain, J.J. (1996).** The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76.
<https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Boeing, J.S., Barizão, É.O., e Silva, B.C., Montanher, P.F., de Cinque Almeida, V., & Visentainer, J.V. (2014).** Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: Application of principal component analysis. *Chemistry Central Journal*, 8(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1186/s13065-014-0048-1>
- Çelik, S.E. (2011).** Farklı tür, karışım ve çözücü ortamlarına uygulanabilen modifiye CUPRAC antioksidan kapasite ölçümleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), 193 sayfa.
- Dantas, A.M., Mafaldo, I. ., Oliveira, P. . de L., Lima, M. dos S., Magnani, M., & Borges, G. da S. . (2019).** Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. *Food Chemistry*, 274, 202–214.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.099>
- de Araújo, F.F., de Paulo Farias, D., Neri-Numa, I.A., Dias-Audibert, F.L., Delafiori, J., de Souza, F.G., ... Pastore, G.M. (2021).** Gastrointestinal bioaccessibility and bioactivity of phenolic compounds from araçá-boi fruit. *LWT - Food Science and Technology*, 135.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110230>
- Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S.E., & Apak, R. (2006).** Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 76–85.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01347.x>
- House, N.C., Puthenparampil, D., Malayil, D., & Narayanankutty, A. (2020).** Variation in the polyphenol composition, antioxidant, and anticancer activity among different *Amaranthus* species. *South African Journal of Botany*, 135, 408–412.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.026>
- Jakobek, L. (2015).** Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids, and proteins. *Food Chemistry*, 175, 556–567.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.013>
- Karaaslan, N.M., Karaaslan, M.G., & Ates, B. (2018).** Effects of some extraction solvents on the antioxidant properties of strawberry fruit. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 4(2), 102–109.
<https://doi.org/10.29132/ijpas.354885>
- Karkar, B., & Şahin, S. (2022).** Determination of phenolic compounds profiles and antioxidant properties of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) grown in Turkey. *European Food Research and Technology*, 248(1), 219–241.
<https://doi.org/10.1007/s00217-021-03875-y>
- Kocková, M., Dilongová, M., Hybenová, E., & Valík, L. (2013).** Evaluation of cereals and pseudocereals suitability

for the development of new probiotic foods. *Journal of Chemistry*, 2013, 414303.

<https://doi.org/10.1155/2013/414303>

López-Mejía, O.A., López-Malo, A., & Palou, E. (2014). Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus et al.*) seeds or leaves. *Industrial Crops and Products*, 53, 55–59.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.017>

Malleshi, N.G., Agarwal, A., Tiwari, A., & Sood, S. (2020). Nutritional quality and health benefits. In *Millet and Pseudo Cereals*. Singh, M., Sood, S., Ed.; Woodhead Publishing, U.K., pp 159-168. ISBN: 978-0-12-820089-6159-168.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820089-6.00009-4>

Olawoye, B., & Gbadamosi, S.O. (2020). Influence of processing on the physiochemical, functional and pasting properties of Nigerian *Amaranthus viridis* seed flour: a multivariate analysis approach. *SN Applied Sciences*, 2(4), 1–13.

<https://doi.org/10.1007/s42452-020-2418-8>

Pavan, V.Ô., Sancho, R.A.S., & Pastore, G.M. (2014). The effect of invitro digestion on the antioxidant activity of fruit extracts (*Carica papaya*, *Artocarpus heterophyllus* and *Annona margravii*). *LWT - Food Science and Technology*, 59(2P2), 1247–1251.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.040>

Peiretti, P.G., Meineri, G., Gai, F., Longato, E., & Amarowicz, R. (2017). Antioxidative activities and phenolic compounds of pumpkin (*Cucurbita pepo*) seeds and amaranth (*Amaranthus caudatus*) grain extracts. *Natural Product Research*, 31(18), 2178–2182.

<https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1278597>

Petrova, P., & Petrov, K. (2020). Lactic acid fermentation of cereals and pseudocereals: Ancient nutritional biotechnologies with modern applications. *Nutrients*, 12(4), 1–26.

<https://doi.org/10.3390/nu12041118>

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237.

[https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)

Ruth, O.N., Unathi, K., Nomali, N., & Chinsamy, M. (2021). Underutilization versus nutritional-nutraceutical potential of the amaranthus food plant: A mini-review. *Applied Sciences*, 11(15).

<https://doi.org/10.3390/app11156879>

Sandoval-Sicairos, E.S., Domínguez-Rodríguez, M., Montoya-Rodríguez, A., Milán-Noris, A.K., Reyes-Moreno, C., & Milán-Carrillo, J. (2020). Phytochemical compounds and antioxidant activity modified by germination and hydrolysis in Mexican Amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(2), 192–199.

<https://doi.org/10.1007/s11130-020-00798-z>

Sarker, U., Oba, S., & Daramy, M.A. (2020). Nutrients, minerals, antioxidant pigments and phytochemicals, and antioxidant capacity of the leaves of stem amaranth. *Scientific Reports*, 10(1), 1–9.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-60252-7>

Shewry, P.R. (2016). Protein chemistry of *Dicotyledonous grains*. *Reference Module in Food Science*, (1989), 466–472.

<https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.00105-0>

Silva, A.D., Ávila, S., Küster, R.T., dos Santos, M.P., Grassi, M.T., de Queiroz Pereira Pinto, C., ... Ferreira, S.M.R. (2021). In vitro bioaccessibility of proteins, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of *Amaranthus viridis*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(4), 478–486.

<https://doi.org/10.1007/s11130-021-00924-5>

Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, 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/j.scienta.2016.11.004>

Tipigil, E. (2015). İki Farklı Yöntem Kullanılarak Probiyotik Bakteri Mikroenkapsülasyonu ve Ayranda Depolama Periyodu Boyunca Hücre Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 87.

Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y.S. (2006). Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, 99(4), 835–841.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.034>

Ugural, A., & Akyol, A. (2022). Can pseudocereals modulate microbiota by functioning as probiotics or prebiotics? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1725–1739.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1846493>

Upasana, & Yadav, L. (2022). Pseudocereals: A Novel Path

towards Healthy Eating. *Pseudocereals*, (April).

<https://doi.org/10.5772/intechopen.103708>

Yeşil, S., & Levent, H. (2022). The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. *LWT - Food Science and Technology*, 160.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113301>

Quick-dissolvable heat-sealable edible films made from orange peel powder and guar gum for instant beverage packaging

Nalan YAZICIOĞLU, Kübra SİYASAL

Cite this article as:

Yazıcıoğlu, N., Siyasal, K. (2024). Quick-dissolvable heat-sealable edible films made from orange peel powder and guar gum for instant beverage packaging. *Food and Health*, 10(2), 115-128. <https://doi.org/10.3153/FH24011>

University of Health Sciences, Gulhane
Health Science Faculty, Nutrition and
Dietetics, 06018, Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

N.Y. 0000-0001-9569-3361
K.S. 0000-0001-6758-3624

Submitted: 11.12.2023

Revision requested: 23.01.2024

Last revision received: 27.02.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 12.03.2024

Correspondence:

Nalan YAZICIOĞLU

E-mail: nalan.vazicioglu@sbu.edu.tr

ABSTRACT

Water-soluble films provide convenience, notably in scenarios requiring single-dose or on-the-go packaging, such as dissolvable sachets for individual servings of beverages, effectively minimising excess packaging waste. The main aim of this study was to create edible films that are water-soluble and heat-sealable by utilising a blend of guar gum and orange peel powder.

The study investigated the impact of varying orange peel powder content on guar gum edible films' properties. Physical (thickness, moisture content, swelling index, density, solubility), optical (colour, opacity, light transmittance), and barrier (water vapour transmission rate, water vapour permeability) properties of the films with different concentrations of orange peel powder were evaluated. Moreover, within the scope of utilising these films for packaging dry instant beverages, they were heat-sealed to form pouches and then filled with dry orange peel powder to evaluate their ability to dissolve instantly.

As the orange peel powder content in the films increased, thickness, density, and colour parameters such as redness, yellowness, ΔE , chroma, hue angle, and browning index also increased, resulting in more thick, vivid colours and significant colour changes. Conversely, moisture content, swelling index, and light transmittance decreased with higher orange peel levels, impacting the films' textural properties and rendering them more opaque for better protection against light, oxygen, and heat, essential for extending food product shelf life. Moreover, solubility increased as the orange peel content increased, indicating greater water interaction facilitated by the extract's potential plasticising effect.

Keywords: Orange peel, Guar gum, Edible films, Dissolvable packaging



© 2024 The Author(s)

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

Introduction

To protect the environment, it is necessary to reduce food packaging waste made of plastics such as polyethylene, polyvinyl chloride, polypropylene, polystyrene, polyethylene terephthalate and polyamide, and other wastes from food (Bellur Nagarajaiah & Prakash, 2015; Luzi et al., 2019). When plastic packaging materials are not disposed of properly after use, they cause very serious environmental problems (Milli, 2022). Moreover, plastic packaging materials continuously emit microplastics into our food and beverages. For example, modern tea bags are increasingly made from plastic rather than traditional paper, posing concerns about their safety when exposed to high temperatures. Brewing plastic tea bags at 95 °C can release staggering amounts of microplastics and nanoplastics into the beverage, raising potential health risks, and additionally, toxicity assays suggested adverse effects on human health (Hernandez et al., 2019; Jadhav et al., 2021). Therefore, there is a trend towards biodegradable polymers in academic and food practices (Kurt, 2019). As an alternative to synthetic polymers, polysaccharides, proteins and lipids, many by-products from microorganisms or agricultural residues are used (Karakuş et al., 2021). Shell and pulp, which are food wastes, also cause microbiological environmental pollution when disposed of incorrectly. These wastes can be used as raw materials to create products with high added value.

Humans can consume edible coatings or films without adverse effects and serve as primary packaging by directly contacting food items. Additionally, edible films incorporating active materials combined with biodegradable polymers are being produced (Silva et al., 2020). Synthetic polymers such as polyvinylpyrrolidone and polyvinyl alcohol were also used to produce edible films (Gökmen, 2022). Significant biological residues are generated due to the food industry's production processes. Despite 1.3 billion tons of edible food, it is wasted annually (Gustavsson et al., 2011). Edible biodegradable coatings and films create a natural layer to control food aroma, solute movement, and moisture loss, thereby preventing product spoilage (Embuscado & Huber, 2009). Water-soluble films present challenges in packaging high-moisture foods, but they offer benefits when packaging low-moisture food items (Akbaba, 2006). Water-soluble films can provide significant convenience in the ready-to-eat food and beverage industry (Ocak & Demircan, 2020).

In Türkiye, 1.550.000 tons of oranges were produced in 2023 (TSI, 2023), and it is estimated that approximately 760.000 tons of waste orange peel is generated in orange juice production facilities. It is known that a portion of the generated

waste of orange peels is used as animal feed, a portion is dried and utilised, and the remaining portion is taken to urban solid waste disposal facilities. The pectin in waste orange peels presents significant potential for utilisation in the biodegradable packaging sector, contributing to the valorisation of these waste materials (Günkaya et al., 2016) and offering health benefits (Sharefiabadi & Serdaroğlu, 2020). Orange peel contains essential minerals such as calcium, iron, magnesium, potassium, and copper. It is also abundant in vitamin C, and its dry matter composition includes 3% protein, 8% carbohydrates, and an impressive 42% dietary fiber (Can, 2015). The water solubility of orange peel is attributed to its content of pectin, as pectin possesses water-soluble and biodegradable characteristics (Fishman et al., 2006). Orange peels also contain flavonoids such as hesperidin, neohesperidin, naringin, and tangerine (Cin & Gezer, 2017).

Guar gum is a polysaccharide primarily composed of complex carbohydrate polymers of galactose and mannose, and it possesses one of the highest molecular weights among all water-soluble polymers (Mudgil et al., 2014). Studies have indicated that guar gum exhibits good film-forming properties (Kumar, 2019). The barriers formed by guar gum-based films prevent food from being damaged by microorganisms, ultraviolet radiation, and oxidative stress. Additionally, it effectively contributes to the preservation of food quality and extends its shelf life (Jiang et al., 2022).

Recently, orange peel waste has been used in the production of biocomposite packaging films by blending it with various materials such as pectin jelly, thermoplastic starch, and clay; with fish gelatin; and with chitosan/polyvinyl alcohol, as reported in studies by Günkaya et al. (2016), Jridi et al. (2020), and Terzioğlu et al. (2021), respectively. However, the extant literature does not provide any comprehensive assessment concerning using these waste materials in rapidly soluble ready-to-drink beverages.

The primary objective of this research was to produce water-soluble and heat-sealable edible films through the combination of guar gum and orange peel powder. The other objective was to examine how varying quantities of orange peel powder (0%, 1%, 2% and 5% w/v of solution) impacted these films' physical attributes, appearance, and barrier properties. Furthermore, the films underwent heat-sealing to create pouches in the context of employing these films for packaging dry instant beverages. They were subsequently loaded with dry orange peel powder to assess their capacity for instantaneous dissolution.

Materials and Methods

Materials

Smart Kimya (Türkiye) company purchased orange peel powder and guar gum. At the same time, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, glycerol, and ethanol were obtained from Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Darmstadt, Germany).

Preparation of Film Solution

The preparation method for edible films followed the procedure outlined by Aydogdu et al. in 2020, with slight adjustments. Aqueous film solutions were created by mixing guar gum (0.9% w/v) and glycerol (0.4% w/v) in distilled water using a magnetic stirrer for 40 min. In the case of film solutions containing orange peel powder, orange peel powder (1%, 2% and 5% w/v) was blended with film solution through magnetic stirring. The abbreviations F0, F1, F2, and F5 correspond to edible films that include different proportions of orange peel powder (0%, 1%, 2%, and 5% w/v). The rationale behind selecting the percentages of 1, 2, and 5 is rooted in the observation that the solubility of orange peel, when added at a concentration of 6%, was significantly hindered due to its high density. Entrapped air bubbles were removed through ultrasonication (JY92-IIN; Ningbo Scientz Biotech Co Ltd., China) at 70% ultrasonic power for 2 min. The resulting film solution, weighing 6 grams, was poured into Petri dishes with a 6 cm diameter (made of low-density polyethylene) and left to air-dry at room temperature (22 °C) for 24 h. Subsequently, the films were stored in a desiccator containing a saturated magnesium nitrate solution, maintaining a relative humidity of 55% at 22 °C for a minimum of 48 h before analysis. Before measurements, the films were carefully peeled from the petri dishes, and three replicates were prepared for each physical and barrier analysis.

Film Thickness

The thickness of the films was measured using a handheld digital micrometre (LYK 5202-25, Loyka, Ankara, Türkiye) with a precision of 0.001 mm. Average values were calculated by taking measurements at approximately 8 random locations on each film.

Moisture Content

To determine the moisture content of the film samples, films with a 6 cm diameter were subjected to drying in an electric oven (Nuve NO55, Ankara, Türkiye) at 105 °C until they reached a stable weight, following the method outlined in AOAC (1984). This analysis involved measuring the initial

weight of the samples before placing them in the oven and the weight immediately after taking them out of the oven.

Swelling Index

The procedure for determining the swelling index was adapted from the method described by Basiak et al. (2015). Film samples, each with a diameter of 6 cm, were weighed initially (W_1). Subsequently, they were immersed in a beaker containing 30 mL of distilled water at a temperature of 22 °C for 10 seconds. After the films had been re-weighed (W_2) following the removal of excess water using filter paper, the amount of absorbed water was calculated using the following equation.

$$\text{Swelling index (\%)} = \left[\frac{(W_2 - W_1)}{W_1} \times 100 \right] \quad \text{Eqn.1}$$

Density

Film densities (g/mm^3) were determined by dividing the film mass (g) by the film volume (mm^3). The volume was obtained by multiplying the film area (mm^2) by the film thickness (mm) (Gahruie et al., 2020).

Solubility

The solubility of films was evaluated using the method described by de Figueiredo Sousa et al. (2019), with minor changes. The films were dried in an electric oven (Nuve NO55, Ankara, Türkiye) at 105 °C for 24 h. Afterwards, the weights of the dried samples were measured and documented as W_1 . Subsequently, the samples were immersed in three separate conditions: 30 mL of distilled water at 22 °C to assess room temperature solubility, at 4 °C to evaluate cold water solubility, and at 70 °C to determine hot water solubility, with each immersion lasting 2 min. Following these immersions, the films were again subjected to drying at 105 °C for 24 h, and the dry weight, denoted as W_2 , was recorded. The calculation of solubility was carried out based on the mass loss using the following formula (Lal et al., 2017):

$$\text{Solubility (\%)} = \left[\frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100 \right] \quad \text{Eqn.2}$$

Water Vapour Transmission Rate and Water Vapour Permeability

The methodology described by Sobral et al. (2001) was employed to calculate water vapour permeability. The films were sealed onto cells containing silica gel, and these cells were subsequently placed in a desiccator containing distilled water, maintaining a relative humidity of 100%. The cells were weighed at 3-h intervals over 2 days. The water vapour transmission rate (WVTR) was determined from the slope of the

weight-time graph. Following this, water vapour permeability (WVP) was calculated using the following equation, where A represents the film area, and ΔP signifies the difference between the partial vapour pressure of the atmosphere over the silica gel and that over pure water (2642 Pa at 22 °C).

$$WVTR \text{ (g m}^{-2}\text{h}^{-1}\text{)} = \frac{\Delta w}{A \times \Delta t} \quad \text{Eqn.3}$$

$$WVP \text{ (g mm m}^{-2}\text{h}^{-1}\text{Pa}^{-1}\text{)} = \frac{WVTR \times \text{thickness}}{\Delta P} \quad \text{Eqn.4}$$

Colour

The colour of the films was determined using a handheld colourimeter (TES 135A Color Reader, TES, Taiwan). Prior to analysis, calibration was performed with white and black references. The total colour distance (ΔE), chroma value (C), hue angle (H°), and browning index (BI) were subsequently computed according to the equations provided by Azab et al. (2022). ΔE was computed using white paper as the reference colour, with the following parameters: $L^* = 97.39$, $a^* = -5.11$, and $b^* = 7.16$.

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad \text{Eqn.5}$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \text{Eqn.6}$$

$$^\circ H = \tan^{-1} \left[\frac{b^*}{a^*} \right] \quad \text{Eqn.7}$$

$$BI = \frac{100}{0.17} \left[\frac{a^* + 1.75L^*}{5.645L^* + a^* - 3.012b^*} - 0.31 \right] \quad \text{Eqn.8}$$

Opacity and light transmittance

The opacity of the films was assessed using a UV-Vis spectrophotometer (T80+, UV/Vis. spectrophotometer, PG Instrument Ltd., China). Following a method adapted from Amado et al. (2020), film opacity was determined: Rectangular pieces of the films, measuring 1 x 4 cm, were placed in quartz cells. To calculate opacity, the absorbance values at 600 nm were measured and then divided by the thickness of the film in mm. Concurrently, transmittance was evaluated at 540 nm. This method quantifies how effectively the films block or transmit light, which can be essential in various applications, including packaging and optical materials.

Application of Films for Packaging Dry Instant Beverage

Packaging tests were carried out as follows: four edible films with 6 cm diameter were folded into two and sealed by a hand-held heat sealer machine. Instant orange beverage powder was manually transferred into the semi-finished sealed pouches, with each pouch containing 2.0 g of powder. These whole pouches were then heat-sealed immediately.

Subsequently, the sealed pouches containing the powders were stored at 22 ± 1 °C over silica gel for 7 days. In order to assess the solubility of the edible pouches in hot water, they were placed into cold water (4 °C) under gentle stirring.

Statistical Analysis of Films

Analysis of variance analysis (ANOVA) was applied to the data, and means were compared using the Tukey Pairwise Comparisons test at a significance level of $p < 0.05$ using MINITAB Release 17.1 (Minitab Inc., State College, PA, USA).

Results and Discussion

Thickness

Film thickness is vital in assessing films' mechanical, optical, and barrier properties related to water vapour permeability. The thickness measurements for films containing various orange peel powder extracts can be found in Table 1. These measurements range from 0.03000 ± 0.01000 mm to 0.2050 ± 0.0229 mm. Notably, film F5, which contains 5% (w/v) of orange peel powder, stands out as the thickest and significantly differs from other formulations ($p < 0.05$). The increase in film thickness is attributed to the higher solid content resulting from adding more powder to the film solution. Conversely, a film named F0, lacking orange peel powder, is observed to be the thinnest. This pattern of thickness increasing with greater extract quantity aligns with findings from previous studies involving various additives, such as konjac in whey-based edible films (Aydogdu et al., 2020), Eriobotrya japonica leaf extract in ripe banana peels enriched starch-added films (Silva et al., 2020), as well as mango peel ethanolic extract and fish gelatin-based films (Adilah et al., 2018). However, it is worth noting that in some studies, the extract's quantity did not significantly impact film thickness (Píñeros-Hernandez et al., 2017; Eça et al., 2015).

Moisture Content

The moisture content of the water-soluble film samples was assessed to determine the amount of retained moisture within each sample. The moisture content data is presented in Table 1 and ranges from $8.28 \pm 2.62\%$ to $24.955 \pm 1.365\%$. Notably, an increase in the orange peel content within the films correlates with a decrease in moisture content. For instance, moisture content was approximately 30% in a study involving chitosan-based films. This content ranged from 13% to 25% in films containing chitosan and aloe vera, and in films incorporating chitosan, aloe vera, and beeswax, it varied from 11% to 21% (Amin et al., 2019). Comparable trends were observed in another study on edible films containing pectin, where the

moisture content of films produced from mulberry molasses increased more significantly as molasses concentration decreased, similar to the findings in this study (Akşehir, 2013). Molecular interaction studies have offered insights into the film's weak moisture retention properties and high gas barrier characteristics associated with pectin films (Sistla & Mehraj, 2022). Regarding how moisture content information influences other characteristics, there is a relationship between a material's moisture content and its glass transition temperature (T_g). When the moisture content increases, the T_g values tend to decrease (Rivero et al., 2010). This decrease in T_g signifies that the material transitions from a rigid or glass-like state to a more flexible and rubbery state at a lower temperature. Consequently, this leads to enhanced flexibility and reduced material stiffness at temperatures typically encountered during its use. Lower T_g values are often associated with materials that exhibit improved stretchability and toughness, which can be advantageous in specific applications, such as those involving flexible packaging or elastomers. As a result, it is evident that when the amount of orange peel powder increases to a certain level, the moisture content of the samples decreases considerably, potentially leading to undesirable changes in their textural properties.

Swelling Index

The swelling index of films denotes the capacity of an edible film to absorb moisture within a specified timeframe. It serves as an indicator of the film's resistance to water, its biodegradability, and its ability to absorb water. Additionally, the swelling index can provide insights into predicting the preservation of food product quality during storage (Srinivasa et al., 2007). In this study's context, the films' swelling index ranged from $167.43 \pm 2.43\%$ to $411.81 \pm 6.02\%$, as detailed in Table 1. Notably, an increase in the quantity of added orange peel powder reduced the swelling index of the films. The process may be due to the cross-linking of guar gum, which reduces polymer relaxation and water dispersion within the polymer matrix. Consequently, this led to a decrease in the swelling index of the films. Comparative studies have also revealed similar trends (Yu et al., 2015; Saberi et al., 2017). For instance, in research involving pectin-based films, the swelling index ranged from 270% to 360% (Cabello et al., 2015), indicating that films based on pectin, much like those in this study, exhibit high swelling indices. Conversely, a study utilising dried pomegranate peels and curry leaves to produce films showed no significant difference in the swelling indices among films made solely with gluten, those with pomegranate peels, and those with curry leaves, with all indices were around 2.1% (Kumari et al., 2017). However, this

study observed noticeable differences in the swelling index values among films with varying formulations.

Density

The density of film samples varies between 0.000103 ± 0.000001 and 0.002885 ± 0.000016 g/cm³ (Table 1). As the content of orange peel powder increases, the density of the films also increases. Similarly, in a study using pomegranate peel powder and curry leaves, the density increased compared to films made solely with gluten (Kumari et al., 2017).

Water Solubility

The solubility data for films incorporating varying quantities of orange peel powder under different conditions, including room temperature, hot water (70 °C), and cold water (4 °C), are presented in Table 2. Specifically, the solubility of films at room temperature ranged from $17.345 \pm 0.488\%$ to $37.420 \pm 0.594\%$, while in hot water, it varied from $13.085 \pm 0.120\%$ to $28.250 \pm 0.354\%$, and in cold water, it spanned from $20.100 \pm 0.141\%$ to $35.475 \pm 0.672\%$. Generally, as the extract's content increased, the films' solubility increased as well ($p < 0.05$). In a separate study, the solubility of the edible films made from Persian gum, sodium caseinate, and Zingiber officinale extract varied between 38.15% and 60.15% (Khezerlou et al., 2019). This increased hydrophilic content made the film more prone to interacting with water, facilitating its dissolution. It is possible that the extract acted as a plasticiser in the films, resulting in reduced matrix adhesion and increased water solubility within the film structure (Nogueira et al., 2022). The solubility values fell within an optimal range of 33.64% to 37.56%, suitable for producing edible films derived from starch and its derivatives (Lopez-Rubio et al., 2008; Chandla et al., 2017).

Water Vapour Transmission Rate and Water Vapour Permeability

Water vapour transmission rate (WVTR) measures how quickly moisture infiltrates and traverses a material, significantly determining the shelf life of food products. The WVTR values for the films are detailed in Table 2, spanning from 32.810 g/m²h to 49.215 g/m²h. The findings suggest that the quantity of orange peel powder does not substantially influence WVTR ($p < 0.05$). Water vapour permeability quantifies the mass of water vapour moving across a defined area within a unit of time under specified temperature and humidity conditions. Water vapour transmission in hydrophilic films is contingent upon the diffusion and solubility of water molecules within these films (Gontard & Guilbert, 1994). Edible films characterised by low water vapour permeability contribute to reduced drying rates, consequently extending the shelf

life of food products (Otoni et al., 2017). A separate study determined that the film with the most favourable combination exhibited the lowest permeability level (Rai et al., 2019). Similarly, in a study involving incorporating chitosan nanoparticles into banana puree and pectin films, voids in the films may have diminished, leading to reduced permeability (Martelli et al., 2013).

Colour

Table 3 displays the results of the colourimetric analysis (L^* , a^* , b^* , ΔE , C , $^{\circ}H$, BI). With an increasing quantity of orange peel powder, the L^* value decreased, while the values for a^* , b^* , ΔE , C , $^{\circ}H$, and BI significantly increased. The lightness, indicated by the L^* value, exhibits an inverse relationship with the darkness of the sample. Hence, higher values imply a whiter appearance, a trait validated by both the guar gum film and the guar gum film with 1% orange peel addition (Table 3). However, including 2% and 5% orange peel powder conferred a brownish tint to the films, resulting in a darker and more opaque appearance than the guar gum films. In most cases, the introduction of additives into the films leads to changes in colour parameters, as observed in previous studies (Silva et al., 2020; Bari & Giannouli, 2022; Pérez-Vergara et al., 2020; Lin et al., 2022). When comparing samples containing varying ratios of orange peel powder, it was observed that a higher proportion of orange peels resulted in a more pronounced red colour (a^* values), increasing from 2.765 ± 0.235 to 8.500 ± 0.420 and then to 14.630 ± 0.137 in samples containing 0%, 2%, and 5% orange peel powder, respectively. Regarding yellowness (b^*), the results indicated a significant increase ($p < 0.05$) with higher levels of orange peel, with values ranging from -0.875 ± 0.353 for 0% orange peel powder to 35.500 ± 0.625 for 5% orange peel powder. These findings suggest that the redness and yellowness of the food increased as the orange peel powder, a source of carotenoid pigments known for its yellow and orange hues, was added to the samples.

ΔE values were determined using white paper as the reference base, revealing colour change values ranging from 9.372 ± 1.556 to 50.019 ± 0.803 across films containing 0% and 5% orange peel powder. Notably, there was a significant rise in ΔE values with increasing orange peel content within the

films. Janjarasskul et al. (2020) developed edible films utilizing whey protein isolate (WPI), which exhibits rapid dissolvability and sealability for packaging purposes. Despite achieving a transparent product with a low delta E value, it is noteworthy that no active component derived from waste materials is present in its composition. Therefore, compromising on colour can lead to a more functional packaging solution. Furthermore, as the orange peel content increased, chroma value (C), hue angle (H°), and browning index (BI) also exhibited a general increase. The chroma value represents the intensity or saturation of a colour. In other words, it measures how vivid or intense a colour appears. High chroma values indicate that the colour is very saturated and vivid, while low chroma values suggest that the colour is more muted or less intense (Athmaselvi et al., 2013). The browning index values represent the degree of browning or colour change in a substance. Higher browning index values indicate a more significant colour change or browning, while lower values suggest minimal or no colour change. As depicted in Figure 1, the films containing 5% orange peel exhibited intense, vivid and brownish colours.

Opacity and Light Transmittance

The evaluation of opacity depends on the ability of certain plant compounds to absorb specific wavelengths of light, protecting the food against the potentially harmful effects of light exposure. The opacity and light transmittance values for the films are presented in Table 2. Opacity ranges from 5.858 ± 0.271 to 10.34 ± 3.64 , and no significant differences were observed among these values. Films with high opacity offer improved shielding against light, which can help reduce oxidation and prevent light-induced degradation reactions (Kirtil et al., 2021). The light transmittance of the films varies from 0.00892 ± 0.00272 to 0.3162 ± 0.0347 . The film containing 5% orange peel powder exhibited the highest light transmittance. Notably, there were significant differences in light transmittance among the various films. While consumers might prefer transparent films, it is important to note that opaque films provide superior protection against light, oxygen, and heat, ultimately ensuring extended shelf life for food products (Mohammadi et al., 2020).

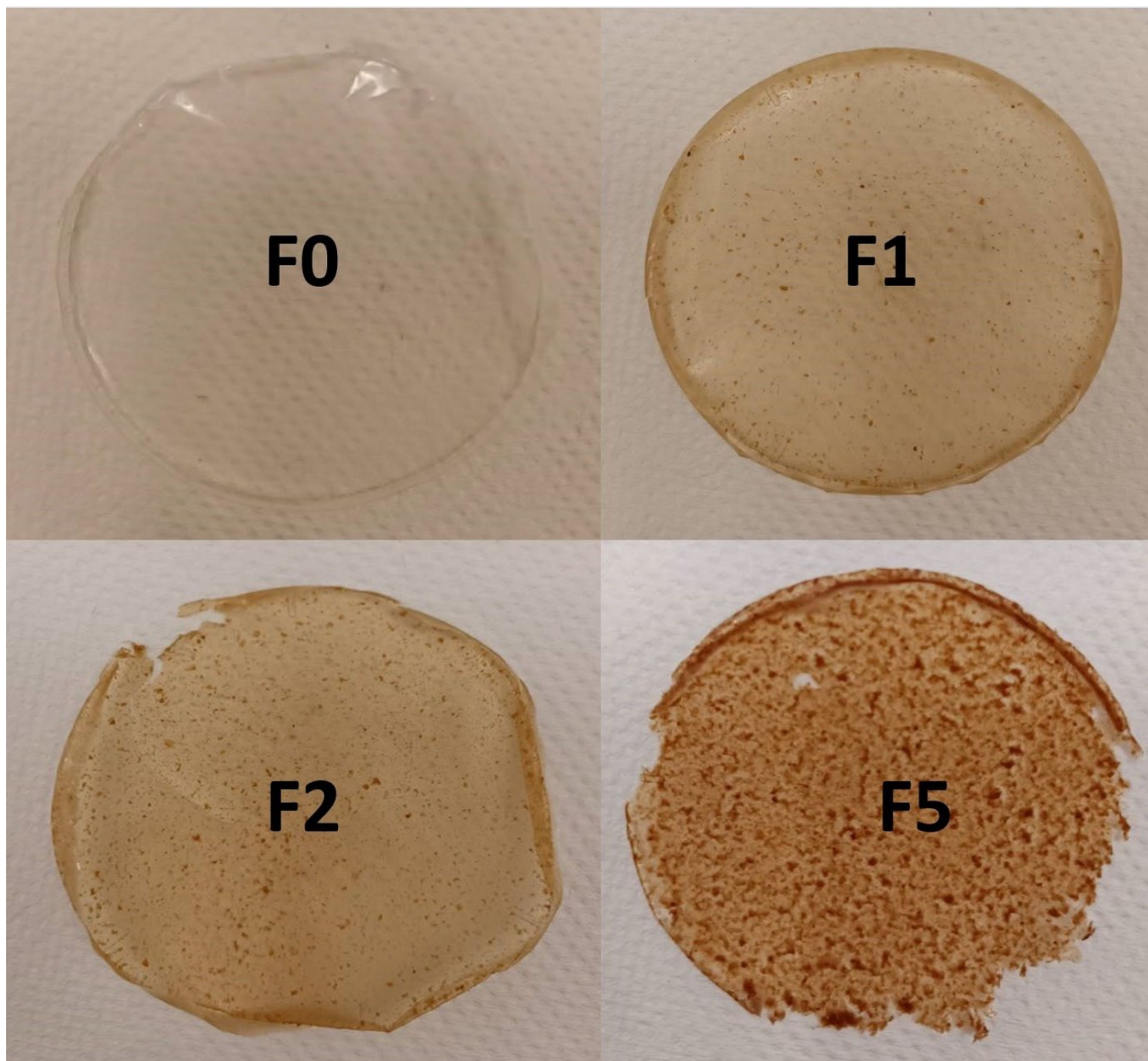


Figure 1. Film samples: (F0) Film without orange peel extract, (F1) Film containing 1% w/v orange peel powder, (F2) Film containing 2% w/v orange peel powder, (F5) Film containing 5% w/v orange peel powder

Table 1. Thickness, moisture content, swelling index, density, WVTR, and WVP of films

Film	Thickness (mm)	Moisture content (%)	Swelling index (%)	Density (g/cm ³)	WVTR** (g/m ² h)	WVP*** (1000 g mm/m ² h Pa)
F0	0.03000 ±0.01000 ^{d*}	24.955 ±1.365 ^a	411.81 ±6.02 ^a	0.000103 ±0.000001 ^d	41.01 ±11.60 ^a	0.000435 ±0.000088 ^c
F1	0.11333 ±0.00577 ^c	11.73 ±1.60 ^b	278.36 ±5.00 ^b	0.000959 ±0.000004 ^c	41.01 ±11.60 ^a	0.001770 ±0.000395 ^b
F2	0.16833 ±0.00764 ^b	9.200 ±0.382 ^b	260.13 ±3.94 ^c	0.001225 ±0.000005 ^b	32.810 ±0.000000 ^a	0.002049 ±0.000088 ^b
F5	0.2050 ±0.0229 ^a	8.28 ±2.62 ^b	167.43 ±2.43 ^d	0.002885 ±0.000016 ^a	49.215 ±0.000000 ^a	0.003586 ±0.000198 ^a

* Values are given as mean ± SD. Different letters indicate statistical differences among the samples ($p < 0.05$). **WVTR: Water vapor transmission rate, ***WVP: Water vapor permeability.

Table 2. Solubility, opacity and light transmittance of films

Film	Solubility(%)			Opacity	Light transmittance
	at 22 °C	at 70 °C	at 4 °C		
F0	17.345 ±0.488 ^{d*}	13.085 ±0.120 ^d	20.100 ±0.141 ^c	10.34 ±3.64 ^a	0.00892 ±0.00272 ^d
F1	37.420 ±0.594 ^a	23.140 ±0.198 ^c	22.455 ±0.643 ^b	6.744 ±0.334 ^a	0.092493 ±0.001686 ^c
F2	25.425 ±0.601 ^c	25.120 ±0.170 ^b	21.450 ±0.025 ^b	5.858 ±0.271 ^a	0.17897 ±0.00865 ^b
F5	29.330 ±0.467 ^b	28.250 ±0.354 ^a	35.475 ±0.672 ^a	7.566 ±0.831 ^a	0.3162 ±0.0347 ^a

* Values are given as mean ± SD. Different letters indicate statistical differences among the samples ($p < 0.05$).

Table 3. Color analysis of films

Film	L^*	a^*	b^*	ΔE	Chroma (C)	Hue angle (H°)	BI
F0	84.020 ±1.575 ^{a**}	2.765 ±0.235 ^c	-0.875 ±0.353 ^d	9.372 ±1.556 ^d	2.914 ±0.237 ^d	-17.49 ±6.90 ^b	1.345 ±0.487 ^d
F1	82.437 ±0.424 ^a	7.320 ±1.343 ^b	15.267 ±0.861 ^c	21.534 ±0.104 ^c	16.980 ±0.180 ^c	64.35 ±5.37 ^a	26.620 ±0.151 ^c
F2	76.820 ±0.243 ^b	8.500 ±0.420 ^b	25.250 ±0.395 ^b	32.886 ±0.176 ^b	26.645 ±0.311 ^b	71.391 ±1.045 ^a	47.312 ±0.469 ^b
F5	63.310 ±0.623 ^c	14.630 ±0.137 ^a	35.500 ±0.625 ^a	50.019 ±0.803 ^a	38.398 ±0.526 ^a	67.598 ±0.544 ^a	96.00 ±3.08 ^a

** Values are given as mean ± SD. Different letters indicate statistical differences among the samples ($p < 0.05$).

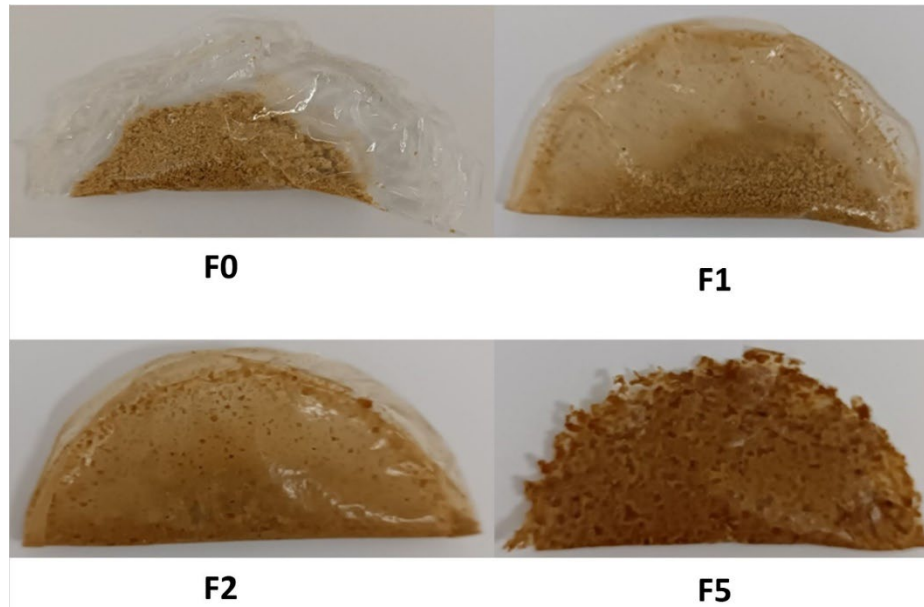


Figure 2. Heat sealed edible films with varying orange peel powder wrapped around instant orange peel powder. (F0) Film without orange peel extract, (F1) Film containing 1% w/v orange peel powder, (F2) Film containing 2% w/v orange peel powder, (F5) Film containing 5% w/v orange peel powder

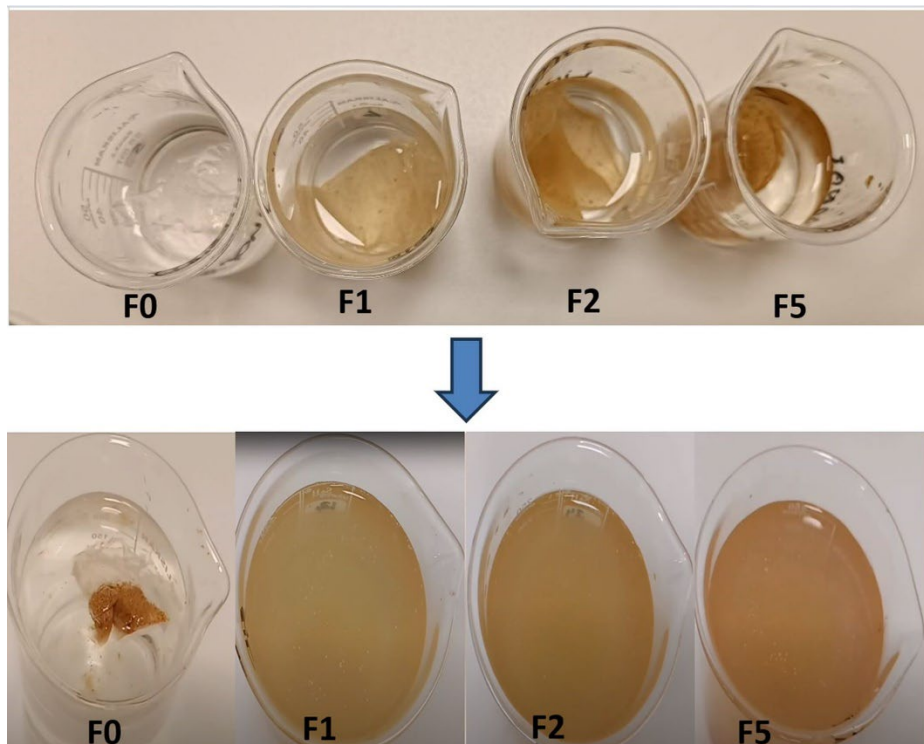


Figure 3. The pictures of cold water solubility of films. (F0) Film without orange peel extract, (F1) Film containing 1% w/v orange peel powder, (F2) Film containing 2% w/v orange peel powder, (F5) Film containing 5% w/v orange peel powder

Application of Films for Packaging Dry Instant Beverage

Photographs depicting instant orange beverage powder packaged in four different edible films with varying orange peel powder are presented in Figure 2, and their solubility in cold water is shown in Figure 3. In these pouches, dry orange powder retains its original colour. These images demonstrate that orange peel powder pouches dissolve rapidly within seconds and promptly release the enclosed powder. This observation underscores that adding guar gum does not impede the swift cold-water solubility of the orange peel films under the experimental conditions employed in this study. The pouches made from guar gum edible films did not dissolve and release their contents. In contrast, all the other films containing guar gum and varying amounts of orange peel powder were easily soluble in cold water and released their contents uniformly. Similarly, Janjarasskul et al. (2020) created edible films using whey protein isolate (WPI) that are fast-dissolving and sealable for packaging premeasured dry foods, and they dissolve rapidly when in contact with water, releasing their contents. However, this study incorporated orange peel powder in the film formulation as the active agent.

Conclusion

This study developed edible films by blending guar gum with orange peel powder. As the orange peel powder concentration in the films increased, several crucial parameters, including density, water vapour permeability, solubility, light transmittance, and various colour characteristics (a, b, ΔE , chroma, hue angle, BI), exhibited a consistent upward trend. The notable increase in solubility with higher orange peel powder content aligns with findings from previous research, with the highest solubility achieved when using cold water, suggesting its potential in producing cold beverages with orange peel powder. The significantly elevated swelling index values, ranging from $167.43 \pm 2.43\%$ to $411.81 \pm 6.02\%$, are attributed to pectin in orange peel. Moreover, as the powder content increased, the films became less transparent, indicating their ability to block ultraviolet rays, making them suitable for protecting light-sensitive food items from oxidation. In summary, these films have promising applications as packaging materials for light-sensitive food products. In future studies, it would be beneficial to investigate potential modifications of orange peel powder or explore the incorporation of synergistic additives, aiming to enhance the properties of edible films further. This research could contribute to expanding the practical applications of these films in food packaging and preservation.

Compliance with Ethical Standards

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

Ethics committee approval: Authors declare that this study includes no experiments with human or animal subjects. Ethics committee approval is not required for this study.

Data availability: Data will be made available on request.

Funding: This work was not funding-supported.

Acknowledgements: -

Disclosure: -

References

Association of Analytical Chemists (AOAC) (1984). Standard Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 14th edition, S.W Williams (Ed), Washington, DC., p. 12.

Adilah, A. N., Jamilah, B., Noranizan, M. A., & Nur Hanani, Z. A. (2018). Utilization of mango peel extracts on the biodegradable films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 1–7.

<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.01.006>

Akbaba, G., (2006). Yenilebilir ambalajlar, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.

Akşehir, K. (2013). *Ak dut (Morus alba) ve kara dut (Morus nigra) meyvelerinden üretilen yenilebilir filmlerin karakterizasyonu*. Master's thesis. On Dokuz Mayıs University. Graduate School of Natural Sciences.

Amado, L.R., Silva, K.D.S., & Mauro, M.A. (2020). Effects of interactions between soy protein isolate and pectin on properties of soy protein-based films. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(21), 48732.

<https://doi.org/10.1002/app.48732>

Amin, U., Khan, M.A., Akram, M.E., Said Al-Tawaha, A. R.M., Laishevtcev, A., & Shariati, M.A. (2019). Characterization of composite edible films from aloe vera gel, beeswax and chitosan. *Potravinarstvo*, 13(1).

<https://doi.org/10.5219/1177>

Athmaselvi, K.A., Sumitha, P., & Revathy, B.J.I.A. (2013). Development of Aloe vera based edible coating for tomato. *International Agrophysics*, 27(4).

<https://doi.org/10.2478/intag-2013-0006>

Aydogdu, A., Radke, C.J., Bezci, S., & Kirtil, E. (2020). Characterization of curcumin incorporated guar gum/orange oil antimicrobial emulsion films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 110-120.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.255>

Azab, D.E.S.H., Almoselhy, R.I., & Mahmoud, M.H. (2022). Improving the quality characteristics of low fat toffee by using mango kernel fat, pectin, and high-speed homogenizer. *Journal of Food Processing and Preservation*, e17235.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.17235>

Bari, A., & Giannouli, P. (2022). Evaluation of Biodegradable Gelatin and Gelatin–Rice Starch Coatings to Fresh Cut Zucchini Slices. *Horticulturae*, 8(11), 1031.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae8111031>

Basiak, E., Galus, S., & Lenart, A. (2015). Characterisation of composite edible films based on wheat starch and whey-protein isolate. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(2), 372-380.

<https://doi.org/10.1111/ijfs.12628>

Bellur Nagarajaiah, S., & Prakash, J. (2015). Chemical composition and bioactive potential of dehydrated peels of *Benincasa hispida*, *Luffa acutangula*, and *Sechium edule*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 21(2), 193-202.

<https://doi.org/10.1080/10496475.2014.940437>

Cabello, S.P., Takara, E.A., Marchese, J., & Ochoa, N.A. (2015). Influence of plasticizers in pectin films: Microstructural changes. *Materials Chemistry and Physics*, 162, 491-497.

<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2015.06.019>

Can, F. (2015). Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi. Master's thesis. İnönü University. Graduate School of Natural Sciences.

Chandla, N.K., Saxena, D.C., & Singh, S. (2017). Amaranth (*Amaranthus spp.*) starch isolation, characterization, and utilization in development of clear edible films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13217.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.13217>

Cin, P., & Gezer, C. (2017). Citrus fruits as a functional food and the relation with metabolic syndrome. *Food and Health*, 3(2), 49-58.

<https://doi.org/10.3153/JFHS17007>

de Figueiredo Sousa, H.A., de Oliveira Filho, J.G., Egea, M.B., da Silva, E.R., Macagnan, D., Pires, M., & Peixoto, J. (2019). Active film incorporated with clove essential oil on storage of banana varieties. *Nutrition & Food Science*, 49(5), 911-924.

<https://doi.org/10.1108/NFS-09-2018-0262>

Eça, K.S., Machado, M.T.C., Hubinger, M.D., & Mene-galli, F.C. (2015). Development of active films from pectin and fruit extracts: Light protection, antioxidant capacity, and compounds stability. *Journal of Food Science*, 80(11), C2389–C2396.

<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13074>

Embuscado, M.E., & Huber, K.C. (2009). *Edible films and coatings for food applications* (Vol. 9). New York: Springer. ISBN: 978-0-387-92823-4

Fahrullah, F., Radiati, L.E., & Rosyidi, D. (2020). The physical characteristics of whey based edible film added with konjac. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(1), 333-339.

<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.1.31>

Fishman, M.L., Coffin, D.R., Onwulata, C.I., & Willett, J.L. (2006). Two stage extrusion of plasticized pectin/poly (vinyl alcohol) blends. *Carbohydrate Polymers*, 65(4), 421-429.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.01.032>

Gahrue, H.H., Mostaghimi, M., Ghiasi, F., Tavakoli, S., Naseri, M., & Hosseini, S.M.H. (2020). The effects of fatty acids chain length on the techno-functional properties of basil seed gum-based edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 160, 245-251.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.136>

Gontard, N., & Guilbert S. (1994). Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. *Food Packaging and Preservation*, 159-181.

https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2173-0_9

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

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

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

Günkaya, Z., Demirel, R., & Banar, M. (2016). Portakal kabuğu atıklarından üretilen biyokompozit ambalaj filminin aflatoksinlere karşı etkisinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(6), 513-519. <https://doi.org/10.5505/pajes.2016.92653>

Hernandez, L.M., Xu, E.G., Larsson, H.C., Tahara, R., Maisuria, V.B., & Tufenkji, N. (2019). Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental science & technology*, 53(21), 12300-12310. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>

Jadhav, E.B., Sankhla, M.S., Bhat, R.A., & Bhagat, D.S. (2021). Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16, 100608. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608>

Janjarasskul, T., Tananuwong, K., Phupoksakul, T., & Thaiphanit, S. (2020). Fast dissolving, hermetically sealable, edible whey protein isolate-based films for instant food and/or dry ingredient pouches. *LWT-Food Science and Technology*, 134, 110102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110102>

Jiang, H., Zhang, W., Chen, L., Liu, J., Cao, J., & Jiang, W. (2022). Recent advances in guar gum-based films or coatings: Diverse property enhancement strategies and applications in foods. *Food Hydrocolloids*, 108278. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108278>

Jridi, M., Abdelhedi, O., Salem, A., Kechaou, H., Nasri, M., & Menchari, Y. (2020). Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of fish gelatin-based edible films enriched with orange peel pectin: Wrapping application. *Food Hydrocolloids*, 103, 105688. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105688>

Karakuş, E., Balballı, E.K., İlknur, A.R.A., & Ayhan, Z. (2021). Polisakkarit ve Protein Bazlı Aktif Biyokompozit Malzemelerin Gıda Ambalajlama Açısından Değerlendirilmesi. *Akademik Gıda*, 19(1), 74-88. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.927700>

Khezerlou, A., Ehsani, A., Tabibiazar, M., & Moghaddas Kia, E. (2019). Development and characterization of a Persian gum–sodium caseinate biocomposite film accompanied by Zingiber officinale extract. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(12), 47215. <https://doi.org/10.1002/app.47215>

Kirtil, E., Aydogdu, A., Svitova, T., & Radke, C.J. (2021). Assessment of the performance of several novel approaches to improve physical properties of guar gum based biopolymer films. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100687. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100687>

Kumar, N. (2019). Polysaccharide-based component and their relevance in edible film/coating: A review. *Nutrition & Food Science*, 49(5), 793-823. <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2018-0294>

Kumari, M., Mahajan, H., Joshi, R., & Gupta, M. (2017). Development and structural characterization of edible films for improving fruit quality. *Food Packaging and Shelf Life*, 12, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.02.003>

Kurt, A. (2019). Rheology of film-forming solutions and physical properties of differently deacetylated salep glucomannan film. *Food and Health*, 5(3), 175-184. <https://doi.org/10.3153/FH19019>

Lal, S. S., Tanna, P., Kale, S., & Mhaske, S.T. (2017). Kafrin polymer film for enteric coating on HPMC and Gelatin capsules. *Journal of Materials Science*, 52, 3806-3820. <https://doi.org/10.1007/s10853-016-0637-6>

Lin, L., Peng, S., Shi, C., Li, C., Hua, Z., & Cui, H. (2022). Preparation and characterization of cassava starch/sodium carboxymethyl cellulose edible film incorporating apple polyphenols. *International Journal of Biological Macromolecules*, 212, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.121>

Lopez-Rubio, A., Flanagan, B.M., Gilbert, E.P., & Gidley, M.J. (2008). A novel approach for calculating starch crystallinity and its correlation with double helix content: A combined XRD and NMR study. *Biopolymers: Original Research on Biomolecules*, 89(9), 761-768. <https://doi.org/10.1002/bip.21005>

Luzi, F., Torre, L., Kenny, J.M., & Puglia, D. (2019). Bio- and fossil-based polymeric blends and nanocomposites for

packaging: Structure–property relationship. *Materials*, 12(3), 471.

<https://doi.org/10.3390/ma12030471>

Martelli, M.R., Barros, T.T., de Moura, M.R., Mattoso, L.H., & Assis, O.B. (2013). Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *Journal of Food Science*, 78(1), N98-N104.

<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.03006.x>

McKay, S., Sawant, P., Fehlberg, J., & Almenar, E. (2021). Antimicrobial activity of orange juice processing waste in powder form and its suitability to produce antimicrobial packaging. *Waste Management*, 120, 230-239.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.048>

Mohammadi, M., Mirabzadeh, S., Shahvalizadeh, R., & Hamishehkar, H. (2020). Development of novel active packaging films based on whey protein isolate incorporated with chitosan nanofiber and nano-formulated cinnamon oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 149, 11-20.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.083>

Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B.S. (2014). Guar gum: processing, properties and food applications—a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 409-418.

<https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>

Nogueira, G.F., Soares, I.H.B.T., Soares, C.T., Fakhouri, F.M., & de Oliveira, R.A. (2022). Development and characterization of arrowroot starch films incorporated with grape pomace extract. *Polysaccharides*, 3(1), 250-263.

<https://doi.org/10.3390/polysaccharides3010014>

Ocak, Ö.Ö., & Demircan, B. (2020). Lezzet bileşenleri ve biyoaktif maddelerin yenilebilir film ve kaplamalar ile gıda sistemlerinde taşınması ve işlevselliğe etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(7), 1245-1256.

Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H.M., Lorevice, M.V., Moura, M.R., Mattoso, L.H., & McHugh, T.H. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1151-1169.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>

Rai, S.K., Chaturvedi, K., & Yadav, S.K. (2019). Evaluation of structural integrity and functionality of commercial

pectin based edible films incorporated with corn flour, beet-root, orange peel, muesli and rice flour. *Food Hydrocolloids*, 91, 127-135.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.022>

Pérez-Vergara, L.D., Cifuentes, M.T., Franco, A.P., Pérez-Cervera, C.E., & Andrade-Pizarro, R.D. (2020). Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis. *NFS Journal*, 21, 39-49.

<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.09.002>

Piñeros-Hernandez, D., Medina-Jaramillo, C., López-Córdoba, A., & Goyanes, S. (2017). Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. *Food Hydrocolloids*, 63, 488-495.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.034>

Rivero, S., Garcia, M.A., & Pinotti, A. (2010). Correlations between structural, barrier, thermal and mechanical properties of plasticized gelatin films. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(2), 369-375.

<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.07.005>

Saberi, B., Vuong, Q.V., Chockchaisawasdee, S., Golding, J.B., Scarlett, C.J., & Stathopoulos, C.E. (2017). Physical, barrier, and antioxidant properties of pea starch-guar gum biocomposite edible films by incorporation of natural plant extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 10, 2240-2250.

<https://doi.org/10.1007/s11947-017-1995-z>

Sharefiabadi, E., & Serdaroğlu, M. (2020). Pectin: Properties and utilization in meat products. *Food and Health*, 7(1), 64-74.

<https://doi.org/10.3153/FH21008>

Silva, V.D.M., Macedo, M.C.C., Rodrigues, C. G., dos Santos, A.N., e Loyola, A.C.D.F., & Fante, C.A. (2020). Biodegradable edible films of ripe banana peel and starch enriched with extract of *Eriobotrya japonica* leaves. *Food Bioscience*, 38, 100750.

<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100750>

Sistla, Y.S., & Mehraj, S. (2022). Molecular simulations to understand the moisture, carbon dioxide, and oxygen barrier properties of pectin films. *Journal of Molecular Modeling*, 28(4), 83.

<https://doi.org/10.1007/s00894-022-05069-z>

Sobral, P., Menegalli, F., Hubinger, M., & Roques, M. (2001) Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids*, 15, 423–432.

[https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00061-3](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00061-3)

Srinivasa, P.C., Ramesh, M.N., & Tharanathan, R.N. (2007). Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristics of chitosan films. *Food Hydrocolloids*, 21(7), 1113-1122.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.08.005>

Terzioğlu, P., Güney, F., Parın, F.N., Şen, İ., & Tuna, S. (2021). Biowaste orange peel incorporated chitosan/

polyvinyl alcohol composite films for food packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 30, 100742.

(TSI) Turkish Statistical Institute. (2023). Statistics on plant production, 2023. Erişim:02.02.2024

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-1.Tahmini-2023-49534>

Yu, S.H., Tsai, M.L., Lin, B.X., Lin, C.W., & Mi, F.L. (2015). Tea catechins-cross-linked methylcellulose active films for inhibition of light irradiation and lipid peroxidation induced β -carotene degradation. *Food Hydrocolloids*, 44, 491-505.

<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.10.022>

Sebze içerikli zenginleştirilmiş glutensiz cips üretimi ve *in-vitro* biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi

Biçe İNCEDAYI¹, Nihal TÜRKMEN EROL¹, Pınar AKPINAR²

Cite this article as:

İncedayı, B., Türkmen Erol, N. Akpınar, P. (2024). Sebze içerikli zenginleştirilmiş glutensiz cips üretimi ve *in-vitro* biyoerişilebilirliğinin değerlendirilmesi. *Food and Health*, 10(2), 129-137. <https://doi.org/10.3153/FH24012>

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
16059, Bursa, Türkiye

² Bursa Uludağ Üniversitesi Teknik
Bilimler MYO Gıda İşleme Bölümü
16059, Bursa, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

B.İ. 0000-0001-6128-7453

N.T.E. 0000-0002-5682-0177

P.A. 0000-0001-5526-7042

Submitted: 01.09.2023

Revision requested: 26.10.2023

Last revision received: 04.03.2024

Accepted: 06.03.2024

Published online: 18.03.2024

Correspondence:

Biçe İNCEDAYI

E-mail: biçe@uludag.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

ÖZ

Bu çalışmada, bitkisel materyaller kullanılarak glutensiz ve vegan beslenme modelini tercih eden bireylere yönelik alternatif bir atıştırmalık ürün olan cips üretimi hedeflenmiştir. Bu amaçla ön denemeler sonucu elde edilen ve duyuşal özellikler yönünden beğeni alan reçete baz alınarak sebzelerden mantar, brokoli, karabahar ve pancarın yanı sıra, çeşitli baharatlar (zerdeçal, kekik ve pul biber), mercimek unu, susam ile tahin/zeytinyağı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yağ kaynağı olarak tahin ve zeytinyağı kullanımı, atıştırmalıkların antioksidan kapasite (AK) değeri, toplam flavonoid (TF) ve toplam polifenol (TP) içerikleri ile gastrik ve intestinal sindirim aşamaları sonrasında polifenollerin *in-vitro* biyoerişilebilirliğinde farklılığa neden olmuştur. Tahinli atıştırmalığın AK değeri (312.31 mmol AAE/100g KM), TF (1.28 mg RE/g KM) ve TP içerikleri (0.61 mg GAE/g KM) zeytinyağlı olana göre daha yüksek bulunmuştur. Zeytinyağlı atıştırmalığın TP biyoerişilebilirliği tahinli olandan daha yüksek tespit edilmiştir. Tat ve koku yönünden tahinli atıştırmalık panelistler tarafından tercih edilirken, diğer duyuşal özellikler açısından zeytinyağı içeren ürün daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak, tahinli atıştırmalığın fonksiyonellik açısından, zeytinyağlı ürünün ise duyuşal özellikler açısından daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda her iki yağ kaynağının farklı oranlarda veya birlikte kullanılacağı formülasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mantar, Cips, Mercimek Unu, Vegan, Zenginleştirme

ABSTRACT

Production of vegetable-enriched gluten-free chips and evaluation of *in-vitro* bioaccessibility

In this study, it was aimed to produce chips which is an alternative snack for individuals who prefer a gluten free and vegan diet by using plant materials. For this purpose, based on the recipe, which was obtained as a result of preliminary trials and was appreciated in terms of sensorial properties. Various spices (turmeric, thyme and chili pepper), lentil flour, sesame and tahini/olive oil in addition to mushroom, broccoli, cauliflower and beetroot were used. According to the results obtained, use of different oil sources caused difference in the antioxidant capacity (AC) values, total polyphenols (TP) and total flavonoids (TF) and *in-vitro* TP bioaccessibilities at the end of gastric and intestinal digestion stages. The AC value (312.31 mmol AAE/100g DM), TF (1.28 mg RE/g DM) and TP (0.61 mg GAE/g DM) contents of the snacks with tahini were found higher than the one with olive oil. On the other hand, TP bioaccessibility of snack with olive oil was higher than that with tahini. While snacks with tahini were preferred by the panelists in terms of taste and smell, the product containing olive oil was preferred more in terms of other sensorial properties. As a result, it was observed that snacks with tahini and olive oil are more advantageous in terms of functionality and sensory properties, respectively. For this reason, it is recommended to carry out formulation trials in which both oil sources will be used in different ratios or together in future studies.

Keywords: Mushroom, Chips, Lentil flour, Vegan, Enrichment

Giriş

Günümüzde besinsel değeri zenginleştirilmiş, sağlıklı yaşamı destekleyen, kolay ulaşılabilir fonksiyonel atıştırmalıklara karşı artan bir talep söz konusudur (Gormley, 2019). Bu durum üreticileri gıda ürünlerinin, yalnızca açlığı gidermek için değil, aynı zamanda beslenme kaynaklı hastalıkları önlemek, tüketicilerin fiziksel ve zihinsel sağlığını geliştirmek üzere tasarlanmasına yönlendirmektedir. Atıştırmalık sektörü ticari anlamda oldukça geniş bir pazar payına sahiptir. Ancak fonksiyonel özellikleri zenginleştirilmiş ve özellikle glutensiz atıştırmalıklar konusunda ürün geliştirme çalışmaları çok sınırlıdır.

Gluten içeren gıdalara karşı bağışıklık sisteminin tepki vermesi sonucu ortaya çıkan çölyak hastalığı, otoimmün rahatsızlıklar, buğday alerjisi veya diğer gastrointestinal bozuklukların yaşandığı durumlarda gluten kaynaklarının kısıtlanması gerekmektedir. Çölyak hastalığı ve gluten duyarlılığına sahip bireylerdeki zorunlu glutensiz beslenme ihtiyacına ek olarak, tüketicilerin sağlığa yönelik tutumlarındaki değişiklikler, glutensiz beslenmenin giderek daha fazla benimsenmesine ve dolayısıyla bu yönde üretilen ürünlere karşı olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu amaçla glutensiz diyetlerde buğday yerine yüksek protein içeriğine sahip bakliyatların tercih edildiği görülmektedir. Bu bakliyalardan biri olan mercimek, mercimek unu formunda çeşitli gıdaların bileşiminde kullanılmaktadır (Bayomy & Alamri, 2022; Gallo ve ark., 2022). Mercimek unu düşük yağ ve yüksek biyoaktif içeriğinin yanı sıra, yapısında bulunan fitokimyasallar, diyet lifi ve mineraller nedeniyle değerli bir girdidir (Martínez-Martín ve ark., 2023). Fitokimyasallarla birlikte ikincil bitki metabolitlerinin sağlık ve beslenme üzerine yarattığı değerli etkiler, bu metabolitlerce zengin mantar, brokoli, lahanaya, şalgam gibi sebzelere olan ilginin artmasını da sağlamıştır. Son yüzyılda işlevsel besin kavramının gelişmesi ile bu metabolitlerden biri olan glukosinolatlar ve potansiyel etkinlikleri üzerine fazla sayıda araştırma yapılmıştır. Mantar beslenme yönünden düşük kalori içermesinin yanında, esansiyel aminoasitler, karbonhidratlar, lifler, önemli vitaminler ve mineraller bakımından zengin içerikli bir sebzedir. Özellikle immün sistem üzerindeki olumlu etkileri ile bilinmektedir. Benzer şekilde glukosinolatlar yönünden zengin olan brokoli, karnabahar ve pancar ise hem beslenme ve hem de sağlık açısından yararları bulunan önemli sebzelerdir (Li ve ark., 2023; Nartea ve ark., 2022).

Dünya genelinde cips çok fazla tüketilen bir atıştırmalıktır. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında cipse yakın sağlıklı ve besleyici bir atıştırmalık üretilmesi planlanmıştır. Cips, sürekli tüketimle birlikte gerek içeriği gerekse pişirilme şekli

sebebiyle sağlığa olumsuz etkilerde bulunabilmektedir. Özellikle 160-180°C arasında derin yağda gerçekleştirilen kızartma ile üretilen cipslerde, bazı besin öğelerinin ciddi düzeyde kayba uğradığı bilinmektedir (Devi ve ark., 2018). Atıştırmalık ürünler ortalama %20 düzeyinde (%13.6-50.0 doymuş yağ asidi) yağ içeren, kalori değeri yüksek, protein ve lif içeriği düşük gıdalardır (Capriles ve ark., 2007). O nedenle meyve ve/veya sebze içerikli, fonksiyonel niteliği geliştirilmiş ve kızartmadan çok ince film kurutma tekniğiyle üretilen ürünlere yönelik çalışmalar hızla artmaktadır. Genellikle cips denildiğinde ilk akla gelen patates, mısır veya tahıl cipsleridir. Ancak, bunların dışında literatürde cips olarak adlandırılan meyve ve sebzelerin kurutulup gevrek yapı kazandırılmasıyla elde edilen elma (Adonis & Kahn, 2009; Kowalska ve ark., 2018), şeftali (Liu ve ark., 2021), havuç (Peng ve ark., 2019) ve pancar (Vasconcellos ve ark., 2016) gibi cipslere de rastlanmaktadır. Bu çalışmanın materyalini oluşturan mantarın (Devi ve ark., 2018) ve pancarın (Erdoğan, 2019) da cips üretiminde kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bunun yanı sıra mantar tozu kullanılarak mantar cipsi (Doğan, 2016), brokoli kullanılarak ekstrüde tahıl gevreği (Jaworska ve ark., 2019), brokoli unu kullanılarak tortilla cipsi (Vázquez-Durán ve ark., 2014) üretimine dair çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak karnabaharın veya yukarıda bahsedilen sebzelerin birlikte atıştırmalık üretmek amacıyla kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma kapsamında bitkisel içerikli atıştırmalık üretimi ile özellikle özel beslenme gereksinimi bulunan kişilere ve çocuklara hitap eden lezzetli, sağlıklı ve polifenoller yönünden yüksek biyoerişilebilirliğe sahip bir atıştırmalık ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında mantar ile birlikte *Brassica* grubu sebzelerden elde edilen ve çeşitli baharatlarla aromatize edilen atıştırmalıklar, fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin yanı sıra, fonksiyonel niteliğinin ortaya konulması için polifenoller, flavonoidler, antioksidan kapasite ve polifenollerin *in-vitro* biyoerişilebilirliği yönünden değerlendirilmiştir. Fenolik maddelerce zengin olan zeytinyağı ve tahin gibi farklı yağ kaynaklarının ürün bileşimine etkisi de ayrıca incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada atıştırmalık ana hammaddesi olarak mantar kullanılmıştır. Ürünün fonksiyonelliğini artırmak için mantar ile birlikte daha düşük oranlarda olmak üzere *Brassica* sınıfı sebzelerden brokoli, karnabahar ve pancar da bileşime dahil edilmiştir. Kuru girdilerden ise başta mercimek unu olmak

üzere lezzet dengesini sağlamak amacıyla zerdeçal, kekik ve pul biber gibi çeşitli baharatlar ile yağ kaynağı olarak zeytinyağı ve tahin kullanılmıştır. Tüm girdiler lokal marketlerden temin edilmiştir.

Atıştırılabilir Üretimi

Sebze bazlı atıştırılabilir üretiminde, literatür verileri, ön dene sonuçları ve duyu özellikler dikkate alınarak formülasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen en uygun reçete, Tablo 1’de gösterilmektedir. Söz konusu reçeteye göre hazırlanan hamur karışımı ikiye bölünmüş ve ürüne gevreklik sağlamak amacıyla, yağ kaynağı olarak yarısına zeytinyağı, diğer yarısına ise tahin eklenmiştir. Atıştırılabilir hamuruna aroma vermek ve lezzet dengesini oluşturmak amacıyla Tablo 1’de yer alan baharatlar kullanılmıştır.

Tablo 1.Atıştırılabilir reçetesi

Table 1.Recipe of the snack

Malzemeler	Oran (%)
Mantar	27.0
Brokoli	14.0
Karnabahar	14.0
Pancar	14.0
Mercimek Unu	27.0
Tuz	0.4
Zerdeçal	0.4
Pul biber	0.3
Kekik	0.2
Zeytinyağı/Tahin	1.7
Susam	1.0

Atıştırılabilir üretiminde kullanılan kırmızı mercimek önce un haline getirilmiştir. Bunun için mercimekler 145°C’deki fırında kurutulmuş ve bir rondo ile öğütüldükten sonra elenmiştir. Mantar, brokoli, pancar ve karnabahar ise yıkandıktan sonra kullanılmayacak kısımları uzaklaştırılmış ve doğranmıştır. Bu şekilde ön işlemleri tamamlanan sebzeler reçeteye uygun miktarlarda tartıldıktan sonra kaynar su içinde haşlanmış ve mutfak robotu yardımıyla püre haline getirilmiştir. Mercimek unu, baharatlar, tuz, yağ ve sebze karışımı homojen hale getirilmiş ve fırın tepsisi içindeki yağlı kâğıt üzerine ortalama 3 mm kalınlığında yayılarak 185°C’de 20 dk süre ile fırında pişirilmiştir. Ürünün pişirilmesinde kızartma yerine fırınlama işleminin kullanılmasıyla, kızartma sırasında ürünün yüksek sıcaklık ve oksijene maruz kalması sonucu önemli besin bileşenlerinin parçalanması ve gıdada veya kızartma yağında toksik moleküllerin oluşması gibi olumsuz etkilerin azaltılması hedeflenmiştir.

Polifenollerin Ekstraksiyonu

Atıştırılabilirlerde bulunan polifenollerini ekstrakte etmek için metanol kullanılmıştır (Zardo ve ark., 2019). Belirli partikül iriliğinde öğütülmüş örneklerde bulunan fenolik maddeler, ürün/solvent oranı 1/10 olacak şekilde %80 konsantrasyondaki metanol ile Memmert WNB 22 model çalkalamalı su banyosu kullanılarak 2 saat süreyle tek kademedeki ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar analiz edilinceye kadar -18°C’de saklanmıştır.

Toplam Polifenol (TP) Tayini

Üründeki TP miktarı Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak spektrofotometrik yöntemle (ISO 14502-1:2005) analiz edilmiştir. Buna göre 0.5 mL ekstrakt üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu (%10’luk, v/v) reaktifi eklenmiştir. 5 dakika bekletildikten sonra üzerine %7.5 konsantrasyonundaki Na₂CO₃ çözeltisinden 2 mL ilave edilerek karıştırılmıştır. Ekstrakt yerine saf su ile aynı aşamalar gerçekleştirilerek kör hazırlanmıştır. Tüpler karanlıkta 60 dakika bekletildikten sonra, oluşan mavi rengin absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) 765 nm’de köre karşı okunmuştur. Sonuçlar, stok standart gallik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonları ile elde edilen kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde (KM) cinsinden saptanmıştır ($R^2=0.9968$).

Antioksidan Kapasite (AK) Tayini

AK içeriği Türkmen Erol ve ark. (2009)’na göre DPPH serbest radikali kullanılarak analiz edilmiştir. 50 µL ekstrakt üzerine metanolde hazırlanmış 1950 µL DPPH radikali (6×10^{-5}) eklenmiş ve vorteks ile karıştırıldıktan sonra bu karışım 60 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Aynı işlemler saf su kullanılarak kontrol örneği için de yapılmıştır. Süre sonunda esas örnek ve kontrol örneğinin absorbansı, spektrofotometrede 517 nm’de metanole karşı okunmuştur. Aynı şartlarda referans antioksidan olarak askorbik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonları ile bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ($R^2=0.9975$) ve saptanan AK değerleri askorbik asit eşdeğerine dönüştürülerek mg askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100 g KM olarak belirlenmiştir.

Toplam Flavonoid (TF) Tayini

Örneklerin TF miktarı Rodrigues ve ark. (2016)’na göre belirlenmiştir. 300 µL ekstrakt üzerine, 1800 µL saf su ve 100 µL sodyum nitrit (%5 w/v) eklenmiştir. Oda sıcaklığında 6 dk inkübe edilen karışım üzerine, 200 µL metanolde hazırlanmış %10’luk AlCl₃ çözeltisi ilave edilmiştir. 6 dakika sonra 600 µL sodyum hidroksit (%4 w/v) eklenerek tekrar 15

dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri, ekstrakt yerine saf su kullanılarak hazırlanan köre karşı 510 nm’de okunmuştur. Sonuçlar farklı konsantrasyonlardaki (0-1500 ppm) rutin ile hazırlanan kurve ($R^2=0.9997$) üzerinden mg rutin eşdeğeri (RE)/g KM cinsinden saptanmıştır.

İn-Vitro Biyoerişilebilirlik

Fenolik bileşiklerin biyoerişilebilirliğini belirlemek amacıyla, polifenol ekstraktı, simüle edilen gastrik (mide) ve intestinal (bağırsak) sindirim aşamalarından geçirilmiştir (Minekus ve ark., 2014). Pepsin ve pankreatin eşliğinde belirli pH, süre ve sıcaklık değerlerine tabi tutulan ekstraktlarda analiz yukarıda bahsedilen TP yöntemine göre gerçekleştirilmiş ve başlangıç TP konsantrasyonuna göre biyoerişilebilirlik düzeyi (%) aşağıdaki formül üzerinden hesaplanmıştır.

$$\text{Biyoerişilebilirlik (\%)} = (K \text{ sindirilmiş} / K \text{ sindirilmemiş}) \times 100$$

K sindirilmiş: Mide/bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (mg)

K sindirilmemiş: Sindirilmemiş örnekteki konsantrasyon (mg)

Duyusal Analiz

Örnekler 5’li hedonik skala kullanılarak duyusal açıdan değerlendirilmiştir. Ön bilgilendirme yapılan 10 kişilik panelist grubu örnekleri renk, koku, tat, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik yönünden incelemiş ve sonuçlar ortalama puanlar üzerinden değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi için SPSS 23 (SPSS Inc. Chicago IL, USA) programı kullanılmıştır. Sonuçlar, üç tekrarlı ölçümlerin ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir. Tek yönlü ANOVA yöntemi ile varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tüketicinin ihtiyaçları doğrultusunda, fonksiyonel bir ürün elde etmek amacıyla sebze bazlı atıştırmalık üretilmiş ve üretimde tahin veya zeytinyağı kullanılarak, farklı yağ kaynaklarının ürünün TP, AK ve TP biyoerişilebilirliği üzerine etkileri araştırılmıştır. Fiziksel analiz sonuçlarına göre atıştırmalıkların ortalama ağırlık, en, boy ve kalınlık değerleri sırasıyla 1.55 g, 35 mm, 43 mm ve 3 mm olarak belirlenmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi tahin ilaveli örneğin başlangıç TP (0.27-0.61 mg GAE/g KM) ve AK (312.31-154.9 mmol AAE/100g KM) değerleri, zeytinyağlı örneğin TP (0.24-0.37 mg GAE/g

KM) ve AK (207.75-270.99 mmol AAE/100g KM) değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Doğan (2016) tarafından mantar tozu ve buğday unu kullanılarak elde edilen fırınlanmış örneklerin TP içeriği 48.80-125.07 mg GAE/100g örnek aralığında; Erdoğan (2019) tarafından taze kırmızı pancar, zeytinyağı ve kekik ile üretilen atıştırmalıkta ise bu değer 559.32 mg GAE/kg olarak saptanmış olup, sonuçlar bu çalışmada bulunan değerlerle uyum göstermektedir. Diğer taraftan, fırında kurutulmuş pancar cipsinde TP miktarı 39.56 mg GAE/g örnek (Hamid & Mohamed Nour, 2018), kırmızı ve mor patates cipslerinde ise 1.74-5.52 mg GAE/g KM arasında (Kita ve ark., 2013) saptanmıştır. Araştırmacıların, bu çalışmada tespit edilen TP değerlerinden daha yüksek değerleri saptamış olması, hammadde ve proses farklılığından kaynaklanabilir. Ayrıca, Borchani ve ark. (2010), zeytinyağında (52.33 mg kafeik asit/kg yağ) tahine (16.82 mg kafeik asit/kg yağ) göre daha fazla TP tespit etmiştir. Ancak bunun tersine, bu çalışmada tahinli atıştırmalığın zeytinyağına göre daha fazla TP içerdiği saptanmıştır.

Tahinli atıştırmalığın AK’sinin de, zeytinyağlı olana göre daha yüksek tespit edilmesinin TP içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim daha önce yapılan birçok çalışmada (Bešlo ve ark., 2023; Starzec ve ark., 2023) TP ile AK arasında oldukça yüksek oranda bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında üretilen atıştırmalıkların AK’si, daha önce yapılan çalışmalarla farklı yöntemlerin kullanılması ve sonuçların farklı birimlerle ifade edilmesi nedeniyle karşılaştırılamamıştır.

TP değeri açısından örnekler sindirim sonrası benzer eğilim göstermiştir. Her iki atıştırmalığın TP’si başlangıç aşamasına göre gastrik aşama sonunda önemli oranda ($p<0.05$) azalmış, ancak intestinal aşamada önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ancak TP biyoerişilebilirliği açısından her iki örnek farklı eğilim göstermiştir. Zeytinyağlı ürünün sindirim sonrasında TP biyoerişilebilirliği tahinli olana göre daha yüksek olup (Tablo 2), gastrik aşama sonrasında önemli düzeyde ($p<0.05$) azalırken, intestinal aşama sonrasında değişmemiştir. Tahinli ürünün TP biyoerişilebilirliği ise her iki aşama sonrasında da önemli düzeyde ($p<0.05$) azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum, tahin ve zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin cinsinin farklı olmasından ve intestinal sindirim sırasında, ortamın alkali olması nedeniyle polifenollerin stabilitelerinin düşük olmasından kaynaklanabilmektedir (Fawole & Opara, 2016). TP’deki bu değişime farklı çalışmalarda da rastlanmıştır (Bouayed ve ark., 2012; Figueroa ve ark., 2016). Chen ve ark. (2020), tahinde baskın olan fenolik bileşiğin sesamin olduğunu, bu maddenin güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, ancak gastrointestinal sindirim sonrasında kayba uğradığını bildirmiştir. Sindirimin başında

tahinli atıstırmalığın TP değerinin zeytinyağlı olana göre daha yüksek olmasına karşın, sindirim sonrası TP miktarında daha fazla azalma görülmesinin nedeni bu durumdan kaynaklanabilmektedir.

Başlangıç AK değeri tahinli üründe zeytinyağlı olana göre daha yüksek iken, sindirim sonrası zeytinyağlı olana daha yüksek AK saptanmıştır. Benzer şekilde, TP biyoerişilebilirliğinin de aynı üründe daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum zeytinyağı kullanılarak üretilen atıstırmalığın vücuda daha yararlı olduğunu ortaya koymaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Cicerale ve ark., 2009; Tuck ve ark., 2001), tahine göre daha düşük antioksidan aktiviteye sahip zeytinyağı fenoliklerinin biyoyararlılıklarının oldukça yüksek olduğu bildirilmiş olup, bu durum mevcut çalışmanın sonuçlarıyla da uyum göstermiştir. Diğer taraftan, ürün çeşidinden bağımsız olarak fenolik bileşiklerin yanı sıra formülasyonda kullanılan baharatların özellikle de kekiğin AK üzerine önemli katkısı olduğu düşünülmektedir. Nitekim kırmızı toz biber, kişniş ve kekik ile üretilen pancar cipslerinden en yüksek antioksidan aktivitenin kekikli cipste saptandığı bildirilmiştir (Erdoğan, 2019).

Atıstırmalık hamurunda zeytinyağı yerine tahin kullanıldığında, elde edilen üründe çok daha yüksek TF tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu durum, örneklerin TP ve AK sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. Bu çalışma kapsamında, atıstırmalıkların TF içeriklerinin TP miktarlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçtan farklı olarak, Elhussein ve ark. (2018), tahinin TF (0.37 ppm) içeriğini, TP (1.24 ppm)'den daha düşük bulmuştur. Bu durum, kullanılan susamın bileşimindeki ve tahinin elde edilme yöntemindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Üretimi gerçekleştirilen atıstırmalık çeşitlerine ön değerlendirme yapılmış on panelistin katılımıyla altı farklı parametre bakımından duyu analizi uygulanmış ve sonuçlar Şekil 1'de gösterilen örümcek ağı (radar) modeline göre değerlendirilmiştir. Bu modelde değerlendirmesi yapılan parametreler, atıstırmalık ürünlerdeki önemli kalite parametrelerinden seçilmiştir. 5'li hedonik skala üzerinden yapılan değerlendirmeye göre benzer ürünler için önemli kalite parametrelerinden olan renk, sertlik, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik açısından zeytinyağlı atıstırmalık çeşidi daha üstün bulunmuştur. Ancak tat ve koku açısından tahinli örneğin daha fazla beğenildiği gözlenmiştir.

Tablo 2. Atıstırmalıkların TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/100g KM) ve *in-vitro* TP biyoerişilebilirliği (%)

Table 2. TP (mg GAE/g DM), AC (mmol AAE/100g DM) and *in-vitro* TP bioaccessibility (%) of the snacks

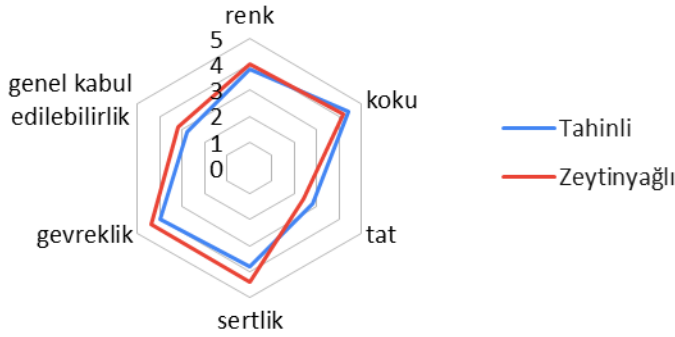
	Ürün çeşidi	Sindirim aşaması		
		Başlangıç	Gastrik	İntestinal
TP	Tahinli	0.61 ±0.02 ^{b*}	0.34 ±0.01 ^a	0.27 ±0.03 ^a
	Zeytinyağlı	0.37 ±0.01 ^b	0.25 ±0.02 ^a	0.24 ±0.01 ^a
TP biyoerişilebilirliği	Tahinli	100.00 ±0.00 ^c	55.68 ±0.11 ^b	43.68 ±5.73 ^a
	Zeytinyağlı	100.00 ±0.00 ^b	68.0 ±4.09 ^a	63.45 ±3.59 ^a
AK	Tahinli	312.31 ±2.27 ^c	185.1 ±6.49 ^b	154.9 ±5.63 ^a
	Zeytinyağlı	270.99 ±9.26 ^b	231.3 ±5.72 ^a	207.75 ±7.83 ^a

* : Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Tablo 3. Atıstırmalıkların TF içeriği (mg RE/g KM)

Table 3. TF content (mg RE/g DM) of the snacks

Tahinli	1.28 ± 0.09
Zeytinyağlı	0.54 ± 0.01



Şekil 1. Atıştırmalıkların duyu analizi sonuçlarına ait örümcek ağı

Figure 1. Cobweb diagram of sensory analysis results of the snacks

Cips benzeri bu tür ürünlerde özellikle gevrek yapı önemli olup, düşük gevreklik ve sertlik düzeyinin ağızda istenen hissi yaratmadığı ifade edilmektedir (Peng ve ark., 2019). Buna paralel olarak, Sulaeman ve ark. (2004), kızartılmış havuç cipsinde gevreklik ve genel kabul edilebilirlik arasında pozitif bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada da daha gevrek bulunan zeytinyağlı atıştırmalık bu parametre açısından daha çok beğenilmiştir. Baixauli ve ark. (2002) cipslerde önemli bir duyu parametresi olan rengin esas olarak ürünlerdeki yağ miktarı ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığını bildirmiştir. Zeytinyağının tahine göre daha açık renkte olması, zeytinyağlı örneğin renk yönünden daha çok beğenilmesini sağlamıştır. Genel anlamda parametrelerin çoğu göz önüne alındığında panelistlerin en çok kabul edilebilir bulduğu atıştırmalık çeşidi, ortalama 3.2 puanla zeytinyağlı ürün olmuştur.

Sonuç

Dört farklı sebze içeren glutensiz aromatize atıştırmalıklara ait değerler incelendiğinde, tahinli örneğin zeytinyağlıya göre daha yüksek TP ve TF içeriği ile AK'ya sahip olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan zeytinyağlı ve tahinli örneklerin TP miktarı açısından *in-vitro* sindirim sonrasında önemli bir farklılık göstermediği ortaya konmuştur. Ancak, gastrointestinal sindirim sonrasında zeytinyağlı atıştırmalık çeşidine ait polifenollerin daha yüksek biyoerişilebilirliğe sahip olduğu ve böylece bu örneklerin metabolize edilmesi sonrasında vücuda daha yararlı hale geldiği saptanmıştır. Benzer şekilde sindirim sonrası zeytinyağlı örneğin tahinli olana göre daha yüksek AK'ya sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, zeytinyağlı atıştırmalık daha

kabul edilebilir bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, farklı sebzeler kullanarak fonksiyonel özellik kazandırılmış sağlıklı atıştırmalık üretiminde zeytinyağının kullanımını daha başarılı bulunmuştur. Hayvansal içeriğe sahip olmaması yönüyle vegan, mercimek unu içermesi nedeniyle de glutensiz ürün niteliği taşıyan bu tür fonksiyonel ürünlere özgü geliştirilmiş reçete çalışmalarına devam edilmesi önerilmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

Finansal destek: Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Adonis, M., Kahn, M.T.E. (2009). Evaluation of a hybrid dryer for the production of apple chips. *Journal For New Generation Sciences*, 7(2), 8–22.

Baixauli, R., Salvador, A., Fizman, S.M., Calvo, C. (2002). Effect of the addition of corn flour and colorants on the colour of fried, battered squid rings. *European Food Research and Technology*, 215(6), 457–461.

<https://doi.org/10.1007/s00217-002-0605-z>

Bayomy, H., Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101833.

<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101833>

Bešlo, D., Golubić, N., Rastija, V., Agić, D., Karnaš, M., Šubarić, D., Lučić, B. (2023). Antioxidant activity, metabolism, and bioavailability of polyphenols in the diet of animals. *Antioxidants*, 12(6), 1141.

<https://doi.org/10.3390/antiox12061141>

- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2010).** Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 585–596.
- Bouayed, J., Deußer, H., Hoffmann, L., Bohn, T. (2012).** Bioaccessible and dialysable polyphenols in selected apple varieties following in vitro digestion vs. their native patterns. *Food Chemistry*, 131(4), 1466–1472.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.030>
- Capriles, V.D., Soares, R.A.M., Arêas, J.A.G. (2007).** Development and assessment of acceptability and nutritional properties of a light snack. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 562–566.
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300021>
- Chen, Y., Lin, H., Lin, M., Zheng, Y., Chen, J. (2020).** Effect of roasting and in vitro digestion on phenolic profiles and antioxidant activity of water-soluble extracts from sesame. *Food and Chemical Toxicology*, 139(February), 111239.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111239>
- Cicerale, S., Conlan, X.A., Sinclair, A.J., Keast, R.S.J. (2009).** Chemistry and health of olive oil phenolics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(3), 218–236.
<https://doi.org/10.1080/10408390701856223>
- Devi, S., Zhang, M., Law, C.L. (2018).** Effect of ultrasound and microwave assisted vacuum frying on mushroom (*Agaricus bisporus*) chips quality. *Food Bioscience*, 25(February), 111–117.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.08.004>
- Doğan, N. (2016).** *İstiridyeye mantarından (Pleurotus ostreatus) mantar tozu ve cips üretiminin optimizasyonu*. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye. 300 s.
- Elhussein, E., Bilgin, M., Şahin, S. (2018).** Oxidative stability of sesame oil extracted from the seeds with different origins: Kinetic and thermodynamic studies under accelerated conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 41(8), 2–7.
<https://doi.org/10.1111/jfpe.12878>
- Erdoğan, S. (2019).** *Farklı baharat kullanılarak üretilen pancar cipslerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye, 77s.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. (2016).** Stability of total phenolic concentration and antioxidant capacity of extracts from pomegranate co-products subjected to in vitro digestion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1186/s12906-016-1343-2>
- Figuroa, F., Marhuenda, J., Zafrilla, P., Martínez-Cachá, A., Mulero, J., Cerdá, B. (2016).** Total phenolics content, bioavailability and antioxidant capacity of 10 different genotypes of walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Food and Nutrition Research*, 55(3), 229–236.
- Gallo, V., Romano, A., Miralles, B., Ferranti, P., Masi, P., Santos-Hernández, M., Recio, I. (2022).** Physicochemical properties, structure and digestibility in simulated gastrointestinal environment of bread added with green lentil flour. *LWT- Food Science and Technology*, 154(July 2021).
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112713>
- Gormley, R. (2019).** Developing innovative food structures & functionalities through process & reformulation to satisfy consumer needs & expectations: Outcomes from the 32nd EFFoST International Conference 2018, Nantes, France. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 37–41.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.001>
- Hamid, M.G., Mohamed Nour, A.A.A. (2018).** Effect of different drying methods on quality attributes of beetroot (*Beta vulgaris*) slices. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 15(3), 287–298.
<https://doi.org/10.1108/WJSTSD-11-2017-0043>
- ISO 14502-1:2005. (2005).** *Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. 8p.* International Standard.
- Jaworska, D., Mojska, H., Gielecińska, I., Najman, K., Gondek, E., Przybylski, W., Krzyczkowska, P. (2019).** The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 36(3), 374–384.
<https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1577991>
- Kita, A., Bakowska-Barczak, A., Hamouz, K., Kulakowska, K., Lisińska, G. (2013).** The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red- and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.).

Journal of Food Composition and Analysis, 32(2), 169–175.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.09.006>

Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M., Lenart, A. (2018). Development of apple chips technology. *Heat and Mass Transfer/Waerme- Und Stoffuebertragung*, 54(12), 3573–3586.
<https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y>

Li, L., Ma, P., Nirasawa, S., Liu, H. (2023). Formation, immunomodulatory activities, and enhancement of glucosinolates and sulforaphane in broccoli sprouts: a review for maximizing the health benefits to human. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–31.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2181311>

Liu, C.J., Xue, Y.L., Guo, J., Ren, H.C., Jiang, S., Li, D. J., Song, J.F., Zhang, Z.Y. (2021). Citric acid and sucrose pretreatment improves the crispness of puffed peach chips by regulating cell structure and mechanical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 142(January), 111036.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111036>

Martínez-Martín, I., Hernández-Jiménez, M., Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M. (2023). Prediction of mineral composition in wheat flours fortified with lentil flour using NIR technology. *Sensors*, 23(3).
<https://doi.org/10.3390/s23031491>

Minekus, M., Almingier, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carrière, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., MacIerzanka, A., MacKie, A., ... Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food and Function*, 5(6), 1113–1124.
<https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>

Nartea, A., Fanesi, B., Giardinieri, A., Campmajó, G., Lucci, P., Saurina, J., Pacetti, D., Fiorini, D., Frega, N. G., Núñez, O. (2022). Glucosinolates and polyphenols of colored cauliflower as chemical discriminants based on cooking procedures. *Foods*, 11(19), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/foods11193041>

Peng, J., Bi, J., Yi, J., Allaf, K., Besombes, C., Jin, X., Wu, X., Lyu, J., Asghar Ali, M.N.H. (2019). Apple juice concentrate impregnation enhances nutritional and textural attributes of the instant controlled pressure drop (DIC)-dried

carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(14), 6248–6257.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.9898>

Rodrigues, M.J., Neves, V., Martins, A., Rauter, A.P., Neng, N.R., Nogueira, J.M.F., Varela, J., Barreira, L., Custódio, L. (2016). In vitro antioxidant and anti-inflammatory properties of Limonium algarvense flowers' infusions and decoctions: A comparison with green tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 200, 322–329.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.048>

Starzec, A., Włodarczyk, M., Kunachowicz, D., Dryś, A., Kepinska, M., Fecka, I. (2023). Polyphenol profile of *Cistus × incanus* L. and its relevance to antioxidant effect and α -glucosidase inhibition. *Antioxidants*, 12(3), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/antiox12030553>

Sulaeman, A., Giraud, D.W., Keeler, L., Taylor, S.L., Driskell, J. A. (2004). Effect of moisture content of carrot slices on the fat content, carotenoid content, and sensory characteristics of deep-fried carrot chips. *Journal of Food Science*, 69(6).
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb10987.x>

Tuck, K.L., Freeman, M.P., Hayball, P.J., Stretch, G.L., Stupans, I. (2001). The in vivo fate of hydroxytyrosol and tyrosol, antioxidant phenolic constituents of olive oil, after intravenous and oral dosing of labeled compounds to rats. *Journal of Nutrition*, 131(7), 1993–1996.
<https://doi.org/10.1093/jn/131.7.1993>

Türkmen Erol, N., Sari, F., Çalikoğlu, E., Velioğlu, Y. S. (2009). Green and roasted mate: Phenolic profile and antioxidant activity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(4), 353–362.
<https://doi.org/10.3906/tar-0901-4>

Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A.P., Paschoalin, V., Alvares, T.S. (2016). Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 79–84.
<https://doi.org/10.1007/s10068-016-0011-0>

Vázquez-Durán, A., Gallegos-Soto, A., Bernal-Barragán, H., López-Pérez, M., Méndez-Albores, A. (2014). Physicochemical, nutritional and sensory properties of deep fat-fried fortified tortilla chips with broccoli (*Brassica*

oleracea L. convar. *italica* Plenck) flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4), 313–323.

Zardo, I., de Espíndola Sobczyk, A., Marczak, L.D.F.,

Sarkis, J. (2019). Optimization of ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from sunflower seed cake using response surface methodology. *Waste and Biomass Valorization*, 10(1), 33–44.

<https://doi.org/10.1007/s12649-017-0038-3>

Sensory evaluation of bread, rice pudding and cake incorporating germinated cereal and legume flour

Sena AKSU, Derya ALKAN

Cite this article as:

Aksu, S., Alkan, D. (2024). Sensory evaluation of bread, rice pudding and cake incorporating germinated cereal and legume flour. *Food and Health*, 10(2), 138-148. <https://doi.org/10.3153/FH24013>

Muğla Sıtkı Koçman University, Fethiye
Faculty of Health Sciences, Department
of Nutrition and Dietetics, Karaculha
Street, 48300, Fethiye, Muğla, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

S.A. 0009-0005-5602-1964

D.A. 0000-0003-0608-296X

Submitted: 12.10.2023

Revision requested: 11.01.2024

Last revision received: 25.01.2024

Accepted: 20.03.2024

Published online: 31.03.2024

ABSTRACT

The germination process of cereal and legumes has been used to improve their nutritional value. In this study, sorghum, oat, mung bean and barley were germinated for 96 hours. Dry matter, total ash content and phenolic content analyses of germinated samples were performed. Sprouts of germinated grains and legumes were dried and ground into flour. The obtained flour was used in the production of bread (20-40%), cake (5-15%) and rice pudding (10%). In the prepared bread, % baking loss and specific volume were calculated, and sensory analyses of rice pudding, gluten-free cake and bread samples were carried out. All samples' dry matter contents except sorghum decreased by the germination process. Germination caused a slight increase in ash contents of all samples except for barley. The total phenolic contents of mung bean and barley significantly increased during germination. All sprout flours added at 40% reduced the specific volume of the bread. Based on the results, it can be concluded that products with a substitution of sorghum sprout flour were more acceptable in sensorial properties compared to other samples. It can be concluded that it is feasible to produce high nutritional value tasty functional foods with germinated sorghum flour supplementation.

Keywords: Sensory analysis, Germination, Food enrichment, Sprouting, Gluten-free foods

Correspondence:

Derya ALKAN

E-mail: deryaalkan@mu.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

Introduction

Cereals and legumes are traditionally consumed as an important part of diets in many cultures. They contribute significantly to people's nutrient intake and provide complementary health benefits. They are important sources of macronutrients, micronutrients, phytochemicals, and antinutritional factors. Storage conditions and postharvest treatments such as germination and fermentation cause significant biochemical changes affecting the nutritive value of cereal and legume grains (Miyahira et al., 2021; Nkhata et al., 2018).

Edible sprouts are obtained by germination, which occurs at the beginning of the development of seeds into plants. Many studies have examined the effect of the germination process on proximate and micronutrient composition, phytonutrient contents, the presence of anti-nutritional factors, and overall food quality (Domínguez-Arispuro et al., 2018; Malik et al., 2021). During the germination process, important biochemical events, such as the synthesis of some vitamins, minerals, and phenolic substances in the bodies of plants and seeds, as well as the change in protein, carbohydrates, and fatty acid compositions, occur.

Sprouted seeds are popular worldwide due to the consumer demand for natural or low-processing and additive-free foods rich in vitamins, minerals, bioactive components and antioxidant substances to lead a healthy life (Benincasa et al., 2019). Sprouted seeds could also be used to enhance the sensorial properties of different food products due to their rich content of bioactive substances and characteristics of colour, flavour and aroma. The occurrence of some biochemical modifications during the germination of seeds affects some attributes such as bioactivity, digestibility, and nutrient content. It contributes to the enhancement of organoleptic properties such as consistency and flavour. Therefore, if these sprouted seeds can be used in traditional foods, they could enhance sensory and textural properties and nutritional traits, that is protein, dietary fibre, phenolic, mineral and vitamin content (Ikram et al., 2021; Kumari et al., 2021).

This study aimed to establish the influence of the germination process on ash and dry matter contents of some cereals and legumes such as sorghum, oat, mung bean and barley. Besides these, the total phenolic contents of the samples were investigated. In order to reveal the possibilities of using germinated cereal and legume seeds as food additives, sprouted grains were also dried and turned into flour. Germinated flour samples were used to produce bread, cake, and rice pudding at certain levels, and the obtained products

were evaluated in terms of sensorial properties. The possibility of using them as a natural additive in some processed foods will create a good opportunity for the consumption of sprouted products in the world.

Materials and Methods

Germination Process

Sorghum, oat, mung bean and barley were obtained from the local market in Fethiye, Muğla. The samples were kept in a 1:5 ratio of ethanol (70%) for 10 min to provide sterilisation (Cevallos-Casals & Cisneros-Zevallos, 2010). The sterilised cereal and legume grains were soaked in pure water (1:3) at room temperature (24 ± 1 °C) for 24 h in darkness. The water was drained, and the grains germinated at room temperature for 96 h. Furthermore, the grains were moistened twice daily with distilled water during the germination. Grains with a sprout length of 1 mm or more were considered germinated. Before analysis, they were dried overnight at 50-55 °C in a drying oven (Nüve NF-1200R, Ankara, Turkey) and then milled into powder using a laboratory-type grinder (Briz-BR721). The ground grains were stored at -20 °C in locked polyethylene bags until analyses.

Chemical Analyzes

The raw and germinated seeds' dry matter (DM) content was determined gravimetrically by drying them to a constant weight at 105 °C in the drying oven (Tarasevičienė et al., 2009). After dehydration, the dry weight was measured, and the percentage of dry matter content was calculated using Equation 1. Dry matter determination was repeated three times per sample.

$$\text{DM}\% = \text{Dry weight} / \text{Wet weight} \times 100 \quad (1)$$

For ash determination, approximately 5 g of dried samples were carbonised in the muffle furnace (Protherm furnaces, PLF 110/6) at 550 °C for 6 h until white ash was obtained (Warle et al., 2015). The percentage of ash content was calculated by using Equation 2. Ash determination was repeated three times per sample.

$$\text{Ash}\% = \text{Ash weight} / \text{Sample weight} \times 100 \quad (2)$$

Determination of Total Phenolic Content

The extraction of phenols from raw and germinated samples was carried out according to the method described by Zhu et al. (2005) with some modifications. The one gram of sample was mixed with 10 mL of methanol solution (80% v/v) for 2

h, then centrifuged at 7000 rpm for 10 min, and the supernatant was obtained. The total phenolic content (TPC) of raw and germinated samples was determined using the Folin-Ciocalteu reagent described in the study of Singleton and Rossi (1965). The absorbance was measured at 765 nm using a spectrophotometer (Agilent Cary 60 UV-Vis). Phenolic content was expressed as mg of gallic acid (GA) equivalents per gr of the extract (mg/GAE g).

Production of Rice Pudding, Cake and Bread Samples

Rice pudding was prepared by mixing whole milk (200 mL), rice flour (7 g), corn starch (1 g), sugar (9 g), and sprouted legumes (5% and 15%). The mixtures were heated to 95 °C, held at 95 °C for 10 min, and cooled to 35 °C. Control rice pudding samples were prepared without sprouted grain and legume flour. Rice pudding samples are shown in Figure 1.

Cake flour mix was prepared with corn starch (45%), rice starch (45%) and germinated cereal and legume flour (10%). In order to prepare the cake mix, baking powder (3 g) and vanilla (3 g) were added to the cake mixture prepared with

cake flour mixture (125 g), whole egg (125 g), oil (125 g) and sugar (125 g). Cake dough (40 g) was baked in the oven at 220 °C for 20 min. All analyses were performed within 24 hours after cooking.

The ingredients used in the production of germinated grain and pulse flour added bread are shown in Table 1. Percentages of ingredients are expressed over 100 g of flour. In the production of bread, germinated cereal and grain flour were used in the mixture of flour and starch at a rate of 20 and 40%, and the rest of this mixture consisted of brown rice flour and potato starch. The dough was mixed by adding starch, salt, sugar, sunflower oil, dry yeast, guar gum and water to the flour mixture. The dough was fermented at 30 °C at 70-75 % relative humidity for 15 min after being homogenised and divided into equal parts; it was subjected to a second fermentation for 20 min under the same conditions. Breads were baked in a convection oven at 220 °C for 30 min and left at room temperature for 1 hour to cool (Barışık & Tavman, 2019). All analyses were performed within 24 hours after cooking. Bread samples are shown in Figure 1.

Table 1. Ingredients used in the production of bread samples with the addition of germinated cereal and legume flour

Ingredients	Bread Samples		
	A (Control)	B (20%)	C (40%)
Germinated cereal and legume seed flour amount (g)	-	20	40
Brown rice flour (g)	50	40	30
Potato starch (g)	50	40	30
Salt (g)	1.5	1.5	1.5
Sugar (g)	3	3	3
Sunflower oil (g)	4	4	4
Yeast (g)	2	2	2
Guar gum (g)	1	1	1
Water (g)	90	90	90



Figure 1. Bread and rice pudding samples containing germinated cereal and legume flour

Bread Analyzes

For the determination of baking loss, after the breads were cut into equal parts and cooled, they were weighed. Measurements were repeated three times for each bread sample. The % baking loss was calculated by using Equation 5.

Baking Loss (%) = ((Initial dough weight - Bread weight) x 100 / Initial dough weight) (5)

For the determination of specific volume, after the bread weights were recorded, the volume covered by the rapeseed was determined by measuring the amount of rapeseed in cm³ overflowing from the measuring cup. The bread-specific volume will be expressed as cm³ /g by dividing the determined volume value by the bread weight (Cansız, 2018).

Sensorial Analysis

Produced rice pudding, cake and bread samples were used for the sensory and preference tests (Paiva et al., 2022). Twenty adult and healthy panellists from the Fethiye Faculty of Health Sciences participated in the sensory and preference panel. The panellists were informed about the details and implications of participating in the experiment. A written consent was obtained from all participants. For all rice pudding, cake and bread samples, the participants took the preference test of appearance, aroma, taste, colour, texture and overall acceptability using a 5-point hedonic scale (1: Extremely dislike, 5: Extremely like). The ranking test cake and bread samples were performed based on bread crumb

colour, hardness and taste (1: least or lightest, 5: most or darkest for cake; 1: least or lightest, 9: most or darkest for bread). This procedure was applied with the permission of Muğla Sıtkı Koçman University Ethics Committee.

Statistical Analysis

Data from parallel measurements obtained from the physicochemical and sensory properties of the studied samples were expressed as mean ± standard deviation (SD). All data were analysed by one-way analyses of variance using the IBM SPSS Statistical Software (SPSS 22 Inc. Chicago, IL, USA). The significant means were compared by Tukey's multiple range tests (p<0.05). The effect of germination on the dry matter, ash and total phenolic contents of studied cereal and legume was evaluated by independent t-test (P<0.05).

Results and Discussion

Dry Matter, Ash, and Total Phenolic Content Results

The effect of germination on the dry matter, ash and total phenolic contents of studied samples are presented in Table 2. While no significant difference was observed in the dry matter content of raw and germinated sorghum, a statistically significant decrease (P<0.05) was found for the dry matter contents of oat, mung bean and barley samples by 96 h of germination. Similar changes in the dry matter content were reported during sorghum, barley, mung bean, and oat germination (Paiva et al., 2022; Farooqui et al., 2018; Wongsiriet al., 2015; Rani et al., 2022). The decrease in dry matter content

is probably a result of the hydration of more cells with the growth of the seedling during germination. Applied pre-germination processes such as washing and soaking facilitate water absorption and consequently cause a decrease in dry matter (Malik et al., 2021).

The ash contents of sorghum, oat and mung bean samples were not significantly ($P>0.05$) affected by the germination process. However, it was observed that there was a slight increase in the ash content of these samples. According to Table 2, the germination process significantly ($P<0.05$) decreased the ash content of barley (from 3.08% to 1.16%). This result is similar to the findings reported by Islam et al. (2021), which declared that the ash content of soaked waxy barley seeds was lower than that of raw ones. Increasing ash content was reported by Fayyaz et al. (2018) and Xu et al. (2019) for germinated mung bean, and Tizazu et al. (2011) for germinated sorghum.

The results showed that the amount of TPC increased significantly for mung bean (about 116%) and barley (about 74%) after germination (Table 2). These results are in agreement with the results of Gan et al. (2016) and Lotfy et al. (2021), who stated that phenolic contents of mung bean and barley increased after germination because of the increasing activity of the phenylalanine ammonia-lyase (PAL) enzyme during sprouting. Table 2 further showed that while germination did not cause a significant change ($P>0.05$) in the total phenolic content of oats, it caused a significant decrease ($P<0.05$) in that of sorghum. Unlike our study, Arouna et al. (2020) found similar TPC in the non-germinated and germinated sorghum extracts, suggesting that germination did not influence the TPC in sorghum. They concluded that the effect of germination on the abundance of sorghum phenolic compounds could

depend on sorghum varieties and germination conditions. In the study of Tok and Ertas (2021), wheat, rye and green lentil seeds flours were substituted for wheat flour at different ratios (0, 5, 10 and 15%) in bread making, and bread's nutritional and functional properties were investigated. It has been reported that using sprouted flour in bread formulation leads to a higher total phenolic content than the control sample.

Specific Volume and Baking Loss Results

Specific volume is an important factor in increasing the overall acceptability of bread. The specific volume and baking loss (%) results of bread samples produced by adding 20% and 40% of the flour of germinated grains and legumes are given in Figure 2. According to the results, it was determined that there was no statistically significant ($p>0.05$) effect of the addition of sorghum, barley, and oat flour on the specific volume of the control bread sample. However, adding germinated mung bean flour at 20% in bread increased the specific volume from 1.79 cm³/g to 3.02. All sprout flours added at 40% reduced the specific volume of the bread. The specific volume of bread samples decreased with increasing germinated seed flour substitution levels (Figure 2). These findings are similar to observations by Sibanda et al. (2015), who observed that adding sorghum flour to wheat flour reduces the bread volume. Atudorei et al. (2023) highlighted that the varying proportions of the germinated soybean flour addition in bread recipes influenced the specific volumes of the bread samples differently. In this study, at an additional level of 20% germinated sorghum and mung bean flour, the specific volume of the bread samples was higher than that for the control samples. Conversely, the specific volumes of all bread samples decreased at 40% germinated sorghum, barley, oat, and mung bean flour supplementation in the bread.

Table 2. Dry matter, ash and total phenolic contents of raw and germinated cereal and legume

Samples		Dry Matter (%)		Ash (%)		TPC (mg GAE/g sample (dry matter))	
Sorghum	Raw	90.19±0.20		0.97±0.49		75.52±4.47	
	Germinated	90.35±0.26	P=0.453	1.02±0.21	P=0.861	19.23±2.69	*P=0.000
Oat	Raw	93.84±0.84		1.40±1.18		34.87±7.55	
	Germinated	88.51±0.34	*P=0.001	2.01±0.72	P=0.490	34.57±8.63	P=0.930
Mungbean	Raw	90.18±0.43		2.50±0.68		24.50±4.72	
	Germinated	85.42±0.05	*P=0.000	3.10±0.49	P=0.283	53.04±2.76	*P=0.000
Barley	Raw	92.22±0.19		3.08±0.12		42.19±4.96	
	Germinated	82.23±4.92	*P=0.025	1.16±0.64	*P=0.007	73.31±4.01	*P=0.000

Results are presented as mean ± standard deviation (SD)

*Significant differences between raw and germinated samples for each cereal and legume type ($P < 0.05$) by independent t-test

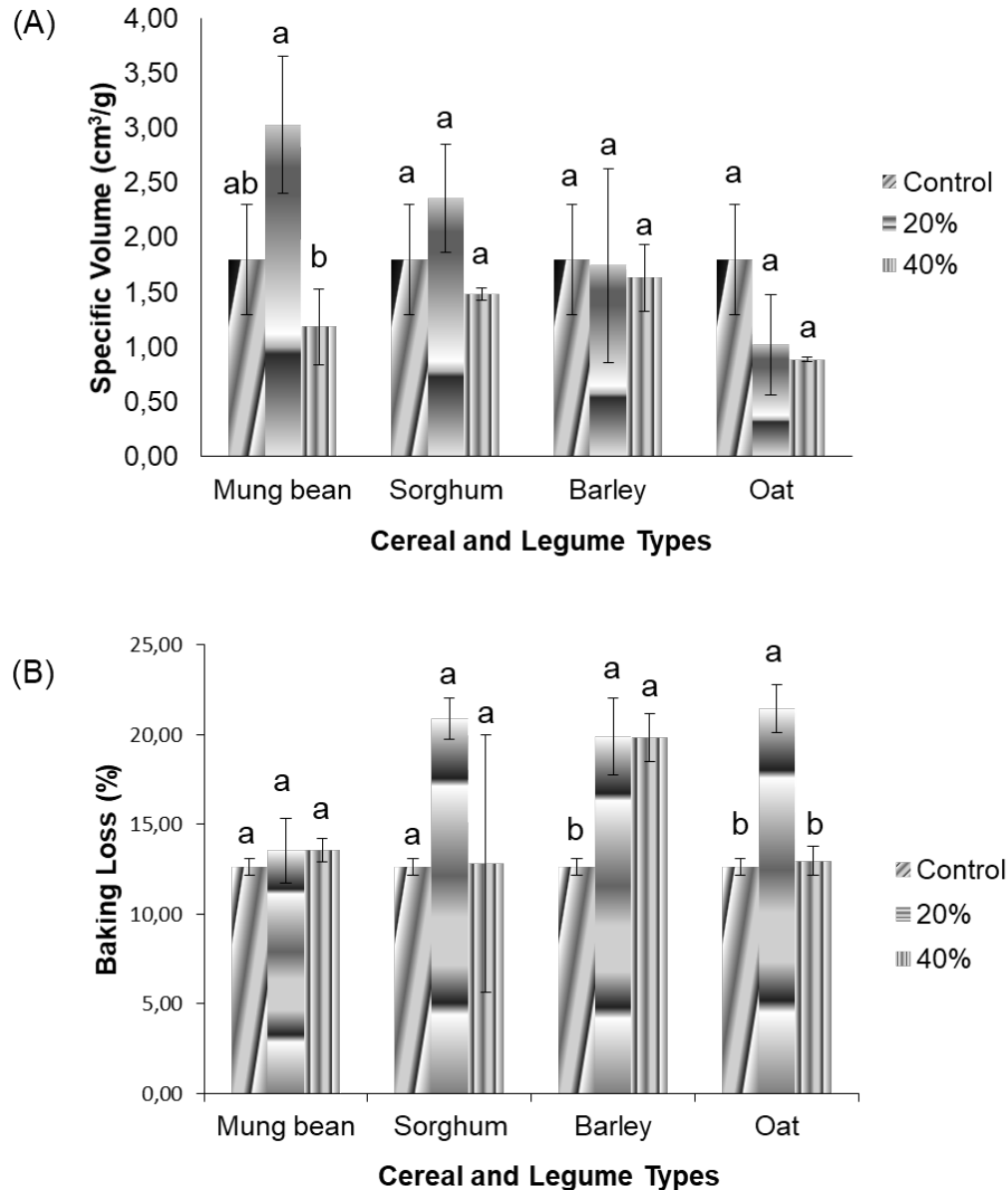


Figure 2. Results of (A) specific volume (cm³/g) and (B) baking loss (%) analyses of bread samples. Results are presented as mean \pm standard deviation (SD), and different letters for each cereal and legume indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) by Tukey's multiple range test.

Considering the baking loss results of the bread, it was determined that the type and rate of cereal and legume sprouts added had a statistically significant ($p < 0.05$) effect on the baking loss values of the bread. The baking loss of the control sample was determined as 12,64%. The baking loss value of bread obtained by adding 20% of germinated oat flour (21.45%) significantly differed from the control sample. There was no statistically significant ($p > 0.05$) difference in baking loss between the germinated mung bean and sorghum

flour-added bread samples and the control bread samples. Bread from germinated barley flour had higher baking loss values than control bread samples ($p < 0.05$). Increasing baking loss values are similar to those recorded in bread made from germinated barley, as Al-Ansi et al. (2022) reported. The increase could be explained by the degradation of protein and starch granules during germination.

Sensorial Analysis Results

The sensory scores of cake and bread samples produced from germinated cereal and legume flour are shown in Table 3. Generally, adding mung bean sprout flour significantly affected cake samples' colour, hardness and taste attributes. Adding mung bean flour caused a darker colour and harder texture in the cake samples compared to the control samples. The cake sample substituted with 10% mung bean sprout flour had the lowest mean taste score (2.05) among cake samples. As seen in Table 3, the substitution of sorghum sprout flour with 10% caused a favourable influence on cake colour, hardness and taste attributes. These cake samples showed significantly lower colour and hardness scores than control samples. Scores ranged from 1.60, 1.90 and 3.88 for colour, hardness and taste, respectively, while the control samples had 3.33, 3.43 and 3.28 scores for colour, hardness and taste, respectively. The study by Ayoubi et al. (2022) showed that adding pomegranate seed powder to cakes at levels above 5% has undesirable effects on sensorial acceptability. The sensory evaluation based on the ranking and hedonic scale tests revealed that the cake sample prepared with 10% germinated sorghum flour was more acceptable than the control sample.

Gadallah (2017) reported that sorghum flour at 20-30 % and germinated chickpea flour at 20% as a substitution for rice flour in gluten-free cake processing produced desirable sensory gluten-free cakes with high consumer acceptance.

Based on the results, adding germinated mung bean flour at 40% hurt the final bread product in terms of colour, hardness and taste. By adding mung bean sprout flour at 40% into bread, bread samples' hardness and colour scores were significantly ($p < 0.05$) increased while their taste scores were reduced compared to the control. Bread samples containing germinated oat flour at 20% were found to have the lightest colour (2.78) following control (1.00). Bread samples incorporated with germinated sorghum flour at 20% received the highest mean taste score of 6.45. Control bread was evaluated as the softest sample (2.43) by the panellists, followed by the bread sample containing sorghum sprout flour at a 20% rate (3.88). Levels of 10, 20, and 30% sorghum flour in wheat bread cannot significantly affect the composite bread's taste, flavour, and texture (Ognean, 2015). However, composite bread's sensory properties decreased as sorghum flour levels increased from 20 to 30 and 40% (Keregero & Mtebe, 1994).

Table 3. Results of ranking test of cake and bread samples

	Sample		Colour	Hardness	Taste
Cake	Control	-	3.33±1.49 ^b	3.43±1.45 ^{ab}	3.28±1.43 ^{ab}
	Sorghum	10%	1.60±0.84 ^d	1.90±0.96 ^d	3.88±1.11 ^a
	Barley	10%	2.98±1.00 ^{bc}	2.50±1.30 ^{cd}	2.90±1.37 ^b
	Oat	10%	2.65±1.10 ^c	3.10±1.08 ^{bc}	2.90±1.26 ^b
	Mungbean	10%	4.48±0.75 ^a	4.08±1.23 ^a	2.05±1.30 ^c
Bread	Control	-	1.00±0.00 ^g	2.43±2.32 ^d	6.18±2.74 ^{ab}
	Sorghum	20%	3.80±1.80 ^e	3.88±2.60 ^{cd}	6.45±2.51 ^a
		40%	6.43±1.20 ^c	6.18±2.48 ^a	4.68±2.18 ^{bcd}
	Barley	20%	3.83±1.28 ^e	4.38±2.12 ^{bc}	5.80±2.39 ^{abc}
		40%	5.18±1.48 ^d	4.55±1.83 ^{bc}	4.40±2.02 ^{cd}
	Oat	20%	2.78±1.05 ^f	6.28±2.15 ^a	4.88±2.22 ^{abcd}
		40%	5.83±1.32 ^{cd}	5.18±2.44 ^{abc}	4.45±2.41 ^{cd}
	Mungbean	20%	7.28±1.11 ^b	5.85±2.52 ^{ab}	5.00±2.34 ^{abc}
40%		8.98±0.16 ^a	6.30±2.05 ^a	3.20±3.00 ^d	

Results are presented as mean ± standard deviation (SD), and different letters within columns (containing cake and bread samples separately) indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) by Tukey's multiple range test.

Table 4. Sensory evaluation of rice pudding, cake and bread samples

	Sample		Appearance	Aroma	Taste	Texture	Colour	General Acceptability
Rice pudding	Control	-	4.73±0.51 ^a	4.08±0.92 ^a	4.10±0.93 ^a	4.35±0.86 ^a	4.95±0.22 ^a	4.48±0.72 ^a
	Sorghum	5%	3.35±1.12 ^b	3.68±0.97 ^a	3.93±0.73 ^a	3.18±1.30 ^b	3.53±0.82 ^b	3.73±0.82 ^b
		15%	2.68±1.07 ^{bc}	2.73±0.93 ^b	2.78±1.00 ^b	2.30±1.18 ^c	3.03±1.00 ^{bc}	2.68±1.07 ^c
	Barley	5%	2.40±1.17 ^{cd}	1.95±1.09 ^c	2.08±1.02 ^c	1.78±0.80 ^c	2.95±1.24 ^{bc}	2.13±0.99 ^{cd}
		15%	2.73±1.03 ^{bc}	1.68±0.83 ^{cde}	1.73±0.91 ^{cd}	2.38±1.13 ^c	2.85±1.10 ^{bc}	1.85±0.92 ^{de}
	Oat	5%	2.28±0.96 ^{cd}	1.30±0.56 ^{de}	1.40±0.63 ^d	1.98±1.07 ^c	2.53±1.09 ^{cd}	1.78±0.73 ^{de}
		15%	2.15±0.98 ^{cd}	1.13±0.40 ^e	1.20±0.56 ^d	1.68±0.86 ^c	2.08±0.97 ^{de}	1.30±0.61 ^e
Mungbean	5%	1.93±0.97 ^d	2.15±0.98 ^{bc}	2.20±0.99 ^{bc}	2.28±1.06 ^c	2.08±1.07 ^{de}	2.13±0.99 ^{cd}	
		15%	1.80±0.94 ^d	1.80±0.99 ^{cd}	1.75±0.95 ^{cd}	2.05±1.09 ^c	1.75±1.10 ^c	1.78±0.95 ^{de}
Cake	Control	-	3.23±1.07 ^b	3.83±1.08 ^a	3.83±1.08 ^a	3.45±1.15 ^{ab}	3.35±1.12 ^b	3.48±1.09 ^b
	Sorghum	10%	4.30±1.02 ^a	4.00±0.96 ^a	4.03±1.05 ^a	3.73±1.13 ^a	4.30±0.88 ^a	4.08±0.76 ^a
	Barley	10%	3.65±1.05 ^{ab}	3.68±1.12 ^a	3.55±1.20 ^{ab}	3.35±1.19 ^{ab}	3.65±1.15 ^{ab}	3.65±0.95 ^{ab}
	Oat	10%	3.60±1.08 ^b	3.68±1.02 ^a	3.68±1.10 ^a	3.50±1.01 ^a	3.68±1.12 ^{ab}	3.55±0.90 ^{ab}
	Mungbean	10%	3.25±1.06 ^b	2.88±1.24 ^b	2.98±1.17 ^b	2.83±0.96 ^b	3.15±1.08 ^b	3.13±1.11 ^b
Bread	Control	-	3.55±1.40 ^{bc}	4.03±1.00 ^a	4.08±0.97 ^a	3.95±1.09 ^a	3.38±1.55 ^{bc}	3.93±1.07 ^{ab}
	Sorghum	20%	4.33±0.94 ^a	4.08±0.86 ^a	4.15±0.87 ^a	3.85±1.10 ^a	4.10±1.11 ^{ab}	4.21±0.83 ^a
		40%	3.63±1.03 ^{abc}	3.48±1.15 ^{ab}	3.55±1.15 ^{ab}	2.85±1.21 ^b	3.78±1.12 ^{ab}	3.53±0.99 ^b
	Barley	20%	4.28±0.68 ^{ab}	3.83±1.15 ^{ab}	3.93±1.12 ^a	3.53±1.01 ^{ab}	4.35±0.70 ^a	3.95±0.85 ^{ab}
		40%	3.68±1.16 ^{abc}	3.20±1.24 ^b	3.10±1.13 ^b	3.45±1.11 ^{ab}	3.88±1.09 ^{ab}	3.35±1.12 ^b
	Oat	20%	3.48±1.22 ^c	3.70±1.07 ^{ab}	3.70±1.09 ^{ab}	3.25±1.08 ^{ab}	3.85±1.15 ^{ab}	3.70±0.85 ^{ab}
		40%	3.70±0.99 ^{abc}	3.20±1.07 ^b	3.08±1.02 ^b	3.48±1.01 ^{ab}	3.85±0.89 ^{ab}	3.38±0.90 ^b
Mungbean	20%	3.68±0.89 ^{abc}	3.63±1.05 ^{ab}	3.48±1.06 ^{ab}	3.38±1.13 ^{ab}	3.38±1.23 ^{bc}	3.53±1.04 ^b	
		40%	3.08±1.31 ^c	2.35±1.35 ^c	2.18±1.26 ^c	2.80±1.31 ^b	2.83±1.45 ^c	2.60±1.26 ^c

Results are presented as mean ± standard deviation (SD), and different letters within columns (containing rice pudding, cake and bread samples separately) indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) by Tukey's multiple range test.

Table 4 summarises the mean scores of hedonic sensory evaluation for appearance, aroma, taste, texture, colour and general acceptability of the rice pudding, cake and bread samples. The highest rating scores were recorded for the cake sample with the addition of sorghum sprout flour at 10% in all sensory characteristics, including general acceptability. The addition of 10% mung bean sprout flour in cake mixing resulted in lower scores than the control in all sensory characteristics except for appearance. The cake sample prepared

Similarly, bread samples incorporated with 40% germinated mung bean flour had the lowest scores in all the attributes evaluated compared to the control. It ranged from 3.08, 2.35, 2.18, 2.80, 2.83, and 2.60 for appearance, aroma, taste, texture, colour and general acceptability, respectively, while the control had scores of 3.55, 4.03, 4.08, 3.95, 3.38 and 3.93, respectively. At the same time, the bread samples prepared with the addition of sorghum sprout flour at 20% obtained an excellent evaluation in terms of all sensory characteristics, including general acceptability. The literature has stated that using small amounts of sorghum flour with wheat flour can produce bread of similar quality to wheat flour. While the

with germinated mung bean flour received the lowest scores from the panellists in all sensory attributes evaluated. Hossain et al. (2014) developed a nutritionally enriched bakery product with jackfruit seed flour supplementation to wheat flour. They found that composite products with different levels of jackfruit seed powder were nutritionally better than the control sample. However, a significant decrease in colour, flavour, texture, taste and overall acceptability of products was observed with the increase in substitution.

physicochemical and rheological qualities of bread produced using the combination of wheat and sorghum flour may be negatively affected, its sensory quality is acceptable (Akin et al., 2022).

The panellist generally accepted the control rice pudding sample, followed by the sorghum sprout flour incorporated rice pudding sample (5%). In terms of appearance and colour, the worst sample was the rice pudding sample with the addition of germinated mung bean flour at 15%. However, the

worst sample in terms of aroma, taste, texture and general acceptability is a rice pudding sample containing germinated oat flour at 15%.

Our results from this study are supported by Riaz et al. (2007), who concluded that the overall acceptability of bread supplemented with mung bean at high levels was lower than that of whole wheat flour bread. It was clear that the control rice pudding sample had the highest values in all sensory scores compared to rice puddings supplemented with different cereal and legume sprout flour. It was noticed that using sorghum sprout flour at a substitution level of 5% in rice pudding caused higher sensorial and acceptability scores than other substituted treatments.

Conclusion

This study showed that supplementing germinated seed flour into some food products has great potential in developing functional products despite affecting sensory qualities. Adding 20% sorghum sprout flour resulted in bread and cake with good overall acceptability and a higher specific volume than the control sample. At the same time, the lowest baking loss value was found in bread containing 40% germinated sorghum flour. Based on the sensory evaluation of rice pudding, it can be concluded that sorghum sprout flour at a substitution level of 5% in rice pudding was acceptable.

Adding germinated sorghum flour to the formula of food products to improve their nutritional and functional properties will be a real and valuable method to contribute to human food diversification. Future studies will be needed to evaluate the effect of other germinated grains and legumes on the quality and consumer acceptance of functional products.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of interest: The author(s) declare that they have no actual, potential, or perceived conflict of interest regarding this article.

Ethics committee approval: Sensory analysis in this study was carried out with the permission of Muğla Sıtkı Koçman University Ethics Committee (Approval no: 210047).

Data availability: Data will be made available on request.

Funding: This project was supported by TUBITAK, the Scientific and Technical Research Council of Turkey (project ID: TUBITAK-2209A-1919B012100623).

Acknowledgements: We appreciate the Fethiye Faculty of Health Sciences at Muğla Sıtkı Koçman University for allowing us to use their laboratory facilities.

Disclosure: -

References

- Akın, P.A., Demirkesen, I., Bean, S.R., Aramouni, F., Boyacı, I.H. (2022). Sorghum flour application in bread: Technological challenges and opportunities. *Foods*, 11, 466. <https://doi.org/10.3390/foods11162466>
- Al-Ansi, W., Zhang, Y., Alkawry, T.A.A., Al-Adeeb, A., Mahdi, A.A., Al-Maqtari, Q.A. (2022). Influence of germination on bread-making behaviours, functional and shelf-life properties, and overall quality of highland barley bread. *LWT Food Science and Technology*, 159, 113200. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113200>
- Arouna, N., Gabriele, M., Pucci, L. (2020). The impact of germination on sorghum nutraceutical properties. *Foods*, 9(9),1218. <https://doi.org/10.3390/foods9091218>
- Atudorei, D., Mironeasa, S., Codină, G.G. (2023). Dough rheological behavior and bread quality as affected by addition of soybean flour in a germinated form. *Foods*, 12(6), 1316. <https://doi.org/10.3390/foods12061316>
- Ayoubi, A., Balvardi, M., Akhavan, H.R., Hajimohammadi-Farimani, R. (2022). Fortified cake with pomegranate seed powder as a functional product. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 308–316. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05016-5>
- Barışık, D., Tavman, Ş. (2018). Glütensiz ekmek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1), 33–41. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.415652>
- Benincasa, P., Falcinelli, B., Lutts, S., Stagnari, F., Galieni, A. (2019). Sprouted grains: A comprehensive review. *Nutrients*, 11(2), 421. <https://doi.org/10.3390/nu11020421>
- Cansız, Z. (2018). Peynir Altı Suyunun Pastörizasyonu ve Ekmek Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması (Thesis). Ankara University, Ankara.
- Cevallos-Casals, B.A., Cisneros-Zevallos, L. (2010). Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chemistry*, 119(4), 1485–1490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.030>

- Domínguez-Arispuro, D.M., Cuevas-Rodríguez, E.O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., Reyes-Moreno, C. (2018).** Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum L.*) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 638–647. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2973-1>
- Farooqui, A.S., Syed, H.M., Talpade, N.N., Sontakke, M.D., Ghatge, P.U. (2018).** Influence of germination on chemical and nutritional properties of barley flour. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 3855–3858.
- Fayyaz, N., Mohebbi, M., Milani, E. (2018).** Effect of germination on nutrients, mineral, phytic acid and enzyme activity of mung bean. *Acta Medica Mediterranea*, 34, 597.
- Gadallah, M.G. (2017).** Rheological, organoleptical and quality characteristics of gluten-free rice cakes formulated with sorghum and germinated chickpea flours. *Food Science & Nutrition*, 8(5), 535–550. <https://doi.org/10.4236/fns.2017.85037>
- Gan, R.Y., Wang, M.F., Lui, W.Y., Wu, K., Corke, H. (2016).** Dynamic changes in phytochemical composition and antioxidant capacity in green and black mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. *International Journal of Food Science*, 51(9), 2090–2098. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13185>
- Hossain, M.T., Hossain, M.M., Sarker, M., Shuvo, A.N., Alam, M.M., Rahman, M.S. (2014).** Development and quality evaluation of bread supplemented with jackfruit seed flour. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(5), 484–487. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140305.28>
- Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Imran, A., Niaz, B., Tufail, T. (2021).** Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4617–4628. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>
- Islam, M.Z., An, H.G., Kang, S.J., Lee, Y.T. (2021).** Physicochemical and bioactive properties of a high β -glucan barley variety ‘Betaone’ affected by germination processing. *International Journal of Biological Macromolecules*, 177, 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.02.053>
- Keregero, M.M., Mtebe, K. (1994).** Acceptability of wheat-sorghum composite flour products: An assessment. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46, 305–312. <https://doi.org/10.1007/BF01088429>
- Kumari, N., Sindhu, S.C., Rani, V., Kumari, V. (2021).** Shelf life evaluation of biscuits and cookies incorporating germinated pumpkin seed flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(01), 1436–1443. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2021.1001.170>
- Lotfy, T.M.R., Agamy, N.F., Younes, N.M. (2021).** The effect of germination in barely on its chemical composition, nutritional value and rheological properties. *Home Economics Research Journal*, 37(2), 81–108. <https://doi.org/10.21608/jhe.2021.178699>
- Malik, I.O.M., Yousif, S.A., Ali, A.E., Hamadnalla, H.M.Y. (2021).** Effect of germination on proximate composition of three grains from Sudan. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 3(5), 104–109. <https://doi.org/10.22259/2637-5362.0501003>
- Miyahira, R.F., Lopes, J.O., Antunes, A. (2021).** The use of sprouts to improve the nutritional value of food products: A brief review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(2), 143–152. <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00888-6>
- Nkhata, S.G., Ayua, E., Kamau, E.H., Shingiro, J.B. (2018).** Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2446–2458. <https://doi.org/10.1002/fsn3.846>
- Ognean, C.F. (2015).** Technological and sensorial effects of sorghum addition at wheat bread. *Agriculture and Food*, 3(1), 209–217.
- Paiva, C.L., Netto, D.A.M., Queiroz, V.A.V., Gloria, M.B.A. (2022).** Germinated sorghum (*Sorghum bicolor L.*) and seedlings show expressive contents of putrescine. *LWT Food Science and Technology*, 161, 113367. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113367>
- Rani, M., Bandral, J.D., Sood, M., Sharma, S., Gupta, S., Chand, G. (2022).** Effect of germination on physico-chemical and antinutritional factors of oats flour. *Pharma Innovation*, 11(6), 1424–1428.

Riaz, A., Wahab, S., Hashmi, M.S., Shah, A.S. (2007). The influence of mungbean and mashbean supplementation on the nutritive value of whole wheat flour bread. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(3), 737.

Sibanda, T., Ncube, T., Ngoromani, N. (2015). Rheological properties and bread making quality of white grain sorghum-wheat flour composites. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 5(4), 176–182.

Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.

<https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>

Tarasevičienė, Ž., Danilčenko, H., Jariene, E., Paulauskienė, A., Gajewski, M. (2009). Changes in some chemical components during germination of broccoli seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 173-176.

Tizazu, S., Urga, K., Belay, A., Abuye, C., Retta, N. (2011). Effect of germination on mineral bioavailability of sorghum-based complementary foods. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(5), 5083–5095.

<https://doi.org/10.4314/ajfand.v11i5.70438>

Tok, H., Ertas, N. (2021). The effects of germinated seeds on nutritional and technological properties of bread. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 1183-1193. <https://doi.org/10.21597/ijst.820631>

Warle, B.M., Riar, C.S., Gaikwad, S.S., Mane, V.A. (2015). Effect of germination nutritional quality of soybean (*Glycine max*). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 9(4), 12-15.

Wongsiri, S., Ohshima, T., Duangmal, K. (2015). Chemical composition, amino acid profile and antioxidant activities of germinated mung beans (*Vigna radiata*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 1956–1964.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.12434>

Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J., Chen, B. (2019). Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. *Food Chemistry*, 295, 579–587.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.167>

Zhu, D., Hettiarachchy, N.S., Horax, R., Chen, P. (2005). Isoflavone contents in germinated soybean seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 147–151.

<https://doi.org/10.1007/s11130-005-6931-0>

The impact of university students' accommodation environments on their dietary choices

Merve İNCE PALAMUTOĞLU¹, Gizem KÖSE², Merve ABACI¹, Fatma Rümeysa GÖK¹

Cite this article as:

İnce Palamutoğlu, M., Köse, G., Abacı, M., Gök, F.R. (2024). The impact of university students' accommodation environments on their dietary choices. *Food and Health*, 10(2), 149-159. <https://doi.org/10.3153/FH24014>

¹ Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 03030 Afyonkarahisar, Türkiye

² Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 34640 İstanbul, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

M.İ.P. 0000-0002-7953-742X
G.K. 0000-0001-6612-6253
M.A. 0009-0009-4474-1488
F.R.G. 0009-0003-9442-4823

Submitted: 04.10.2023

Revision requested: 21.02.2024

Last revision received: 28.03.2024

Accepted: 31.03.2024

Published online: 01.04.2024

Correspondence:

Merve İNCE PALAMUTOĞLU
E-mail: merve.palamutoglu@afsu.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

ABSTRACT

As students transition from family homes to university life, they make autonomous decisions, including dietary choices. This phase plays a crucial role in the formation of their eating habits. The research was conducted between February and May 2023, with 430 university students included. Survey questions were applied to the participants to evaluate their socio-demographic characteristics, eating habits, and food consumption. Their food preferences and tendency towards food obsession depending on their living environment were assessed using the "Power Food Scale". The mean age of the participants was 21.0 ± 2.67 , and the mean body mass index was $21.3 \pm 3.03 \text{ kg/m}^2$. The findings revealed that 32.5% of the participants resided with their families, whereas 45.4% were accommodated in dormitories. A statistically significant difference was stated in the frequency of meat products, legumes, pasta, rice, fruit, and vegetable consumption among university students based on their residence ($p < 0.05$). It was determined that the other food preferences questioned by the participants did not have a statistically significant effect on the accommodation environment ($p > 0.05$). The mean nutritional power of the students participating in the research was 2.95 ± 0.74 . In other words, it has been determined that they are sensitive to foods containing delicious foods. This study can inform the development of targeted strategies to analyse university students' eating habits, address unhealthy eating, and promote better health.

Keywords: Dietary behaviour, Food Environment, Nutrition, Power food scale, University student

Introduction

Food is one of the physiological requirements, which is the first human need. Nutrition is the process of getting and using in the body the ingredients required for growth, development, and long-term health and productivity. It is impossible for a society that does not have adequate and balanced nutrition to live in a healthy and functional capacity and increase its economic and social welfare (Sonkaya et al., 2018). Mindful consumers are well-organized individuals who strive to optimise their purchases of goods or services, factor in their actual needs, engage in methodical and well-documented shopping, demonstrate the wisdom to select high-quality, health-conscious products, align their choices with their budget and prioritise their savings. It is an indisputable socioeconomic factor that ensures quality and oversees it, progressively steering the economy toward increased efficiency (Hekimci, 2011). As food serves as the human body's primary energy source, eating has evolved into more than simply fulfilling metabolic requirements for numerous individuals. Today, with the growing abundance and ease of access to food, people indulge in eating not only for metabolic necessity but also for the sheer enjoyment and gratification it brings. (Yılmaz & Saka, 2019).

Food intake is an important issue that has huge health and economic consequences. According to studies, the majority of university students generally have bad eating habits. This implies that although some younger consumers may have concerns about certain traditionally prepared dishes, they often adapt and are significantly influenced by the cost of food (Deric et al., 2017). Moreover, research among university students reveals an imbalanced dietary pattern with a high intake of lipids and significantly low consumption of carbohydrates and dietary fibre (Martínez Álvarez et al., 2015). The Turkey Nutritional Guide (2022) showed that the Recommended Dietary Allowances (RDA) of micronutrients other than folic acid, calcium (Ca), magnesium (Mg), and vitamin E was sufficient, while the Estimated Average Requirement (EAR) for these nutrients was not met (TÜBER 2022). Young adults' eating preferences are influenced by their shift from dependent living at home to independent life (Piggford et al., 2008). Unlike before university, young adults attending higher education institutions who live away from home are no longer strictly supervised by their families regarding their daily dietary consumption (Li et al., 2022). Therefore, the transition period to university life is the most important period for food selection. It is when people first set out independently and begin making their own food decisions (Marquis, 2005). The adjustment to university life comes with an increase in the changes in dietary habits, which has a

substantial negative influence on health. Considering the dietary habits of university students, they are concerned about healthy nutrition. Studies on university students' food consumption habits and nutritional awareness have shown that changes in the students' accommodation environments affect lifestyle factors such as food preferences (El Ansari et al., 2012). Food environments on a university campus consist of a relatively fixed variety of options and closer contact with individuals. The exact impact of the university dining environment on students' eating habits remains unclear. It is important to determine how this environment affects the nutritional behaviour of university students, especially during the transition from adolescence to adulthood. Understanding this connection is crucial to promoting healthier eating behaviours on campus and requires further research (Li et al., 2022). Analysing the eating habits of university students can aid in developing and implementing targeted strategies aimed at significantly mitigating the adverse impacts of unhealthy diets on health.

This research aims to assess whether university students' dietary preferences vary depending on their place of residence (dormitory, family home, student housing).

Materials and Methods

The study received approval from the Afyonkarahisar Health Sciences University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee during meeting number 2023/1 on January 6, 2023. The study's data was gathered from an online questionnaire given to 430 students who volunteered to participate and attended school between February and May of the 2022–2023 academic year. The study is of a descriptive type. According to 2022–2023 academic year data, there are 6.950.142 students in 208 higher education institutions (YÖK, 2023). The sample size was determined to be 384 people, with an effect size of 0.2, an error rate of 0.05, and a power of 95 percent. (SSC, 2023). An online questionnaire was sent to 430 participants who agreed to participate in the study, and their consent was obtained. The inclusion requirements include being an active student at universities affiliated with YÖK and willing to participate in the study. Those who were not active students when the study was conducted and those who did not want to participate were excluded.

In this study, data was collected using a 36-question survey form consisting of 3 sections with an online method. In the first part, there were questions about the socio-demographic characteristics of the participants (age, height, weight, gen-

der, living area, department of study and general health status). The second part included questions about the participants' eating habits and consumption frequencies. The third part is the Power Food Scale (Hayzaran, 2018). Body mass index (BMI) is evaluated (by dividing body weight (kg) by the square of height (m²)) according to the World Health Organization, a BMI value below 18.5 kg/m² is defined as underweight; being between 18.5-24.99 kg/m² is normal weight; between 25.0-29.9 kg/m² is defined as overweight and over 30 kg/m² as obesity (WHO, 2023).

The scale, published under the name Power Food Scale (PFS), was developed by Lowe et al. (2009) to evaluate the sensitivity of individuals to food in the presence of delicious food stimuli and the effect of delicious foods on the hedonic hunger state and psychology of individuals (Lowe et al., 2009). PFS reveals a widespread propensity for food obsession (Lowe & Butryn, 2007). According to Ülker et al. (2021), the version customised for Turkish culture was tested for validity and reliability. The Cronbach's alpha coefficient was 0.922 for PFS (Ulker et al., 2021). PFS consists of 15 items and is in the form of a 5-point Likert scale. Scale items receive responses ranging from "strongly disagree" to "strongly agree". In scale scoring, answers to items are scored between 1 and 5. According to the five-point rating system, an average score over 2.5 means that the person is sensitive to food and that food has psychological control over the person. PFS includes a total score as well as three distinct subscales: food available (FA), food present (FP), and food tasted (FT). Items 1, 2, 5, 10, 11, and 13 on the subscale of food available measure general food-related beliefs. Second, the food present subscale (items 3, 4, 6, and 7) measures a person's attraction to readily available food. Finally, the food tasted subscale (items 8, 9, 12, 14, and 15) assesses the desire for or enjoyment obtained from food at first taste. The PFS total and subscale scores are calculated by adding the item scores and dividing the total by the number of items (Bülbül & Doğuer, 2022).

Standard deviation ($\bar{X} \pm SD$), frequency, and percentage values were used as descriptive statistical methods to evaluate the total data. The chi-square test (χ^2) evaluated the relationship between categorical variables. When evaluating the data, $\alpha=0.05$, and accordingly, the confidence interval was determined as 95%, and significance was evaluated at $p<0.05$. Statistical analysis of the data was performed in the SPSS v26 package program.

Results and Discussion

Of the 430 university students who participated in the research, 74.4% (n=320) were female, and 25.6% (n=110) were male. The mean age of the participants was 21.0 ± 2.67 . The mean age was 21.00 ± 2.538 in women; in males, it was found to be 21.00 ± 3.054 . The mean body mass index (BMI) was 21.3 ± 3.03 kg/m². While the mean BMI of female participants was 20.7 ± 2.91 kg/m², the mean BMI of male participants was 22.9 ± 3.38 . The participants' mean weight is 60.0 ± 12.31 kg (min. 40 kg - max. 103 kg), and the mean height is 1.67 ± 0.89 m (min. 1.50 m - max. 1.93 m). The mean weight of the female participants is 56.0 ± 9.56 kg (min. 40 kg - max. 98 kg), and the mean height is 1.64 ± 6.26 m (min. 1.50 m - max. 1.82 m). As for the male participants, the mean weight of the participants is 71.6 ± 8.96 kg (min. 55 kg - max. 103 kg), and the mean height is 1.76 ± 6.27 m (min. 1.50 m - max. 1.93 m). Among the participants, 87.0% (n=374) had no chronic diseases, whereas 13.0% reported having a chronic disease. The findings revealed that 32.5% (n=140) of the study participants resided with their families, while 45.4% (n=195) were accommodated in a dormitory. Within the dormitory category, 35.5% stayed in state dormitories and 14.9% in private dormitories (Table 1).

The rate of those who reported eating at least three meals daily is 43.7% (n = 188). It has been determined that the rate of those who regularly consume breakfast, lunch, and dinner daily in terms of meal preference is higher than those who skip meals. Additionally, 43.0% of the participants said they sometimes consumed snacks, and 45.8% consumed snacks at night. It was observed that the highest snack consumption preference at night was toast/sandwich, with 22.4% (Table 2).

Most participants were found to eat eggs (35.1%) regularly, cheese (42.4%), whole grains (34.2%), white bread (39.3%), fruit (37.3%), and vegetables (34.9%). Furthermore, many participants indicated they consumed fast food, fish, processed meats, and fried foods once a month (56.3%, 68.4%, 47.4%, and 42.3%, respectively). Black tea (52.1%) and coffee (47.2%) were found to be the most often consumed beverages, while most individuals (27.0%) reported consuming fruit juice and soda once a month. More than half of the participants (58.1%) do not use noodle (Table 3).

Table 1. Socio-demographical characteristics of university students

Variables	n (430)	% (100)
Gender		
Male	110	25.6
Female	320	74.4
Age ($\bar{X} \pm SD$)	21.0±2.67	
BMI Classification		
Underweight (<18.5 kg/m ²)	47	10.9
Normal (18.5 – 24.9 kg/m ²)	238	55.3
Pre-obese (>25.0 kg/m ²)	145	33.7
Accommodation		
At home with family	140	32.5
At State dormitory	131	30.5
At Private dormitory	64	14.9
At home with friends	39	9.1
Alone	56	13.0
Department		
Faculty of Agriculture	2	0.5
Faculty of Architecture and Engineering	52	12.1
Faculty of Aviation and Astronautics	9	2.1
Faculty of Business and Economics	12	2.8
Faculty of Dentistry	24	5.6
Faculty of Health Sciences	154	35.8
Faculty of Law	6	1.4
Faculty of Medicine	68	15.8
Faculty of Pharmacy	54	12.5
Faculty of Sciences and Literature	16	3.7
Faculty of Tourism	10	2.3
Faculty of Veterinary Medicine	14	3.3
İslamic Studies	4	0.9
Military School	2	0.5
Vocational School of Health	3	0.7
Diagnosed Disease Status		
No	374	87.0
Asthma – COPD	4	0.9
Cardiovascular diseases	3	0.7
Diabetes	3	0.7
FMF (Familial Mediterranean Fever)	1	0.2
Gastrointestinal diseases	26	6.1
Kidney disease	4	0.9
Migraine	2	0.5
PCOS (Polycystic ovary syndrome)	4	0.9
Pollen and Food Allergy	3	0.7
Rheumatic diseases	4	0.9
Thyroid	2	0.5

Table 2. University students' meal plan table

Number of Meals per Day		n (430)		% (100)						
2		132		30.7						
3		188		43.7						
4		72		16.7						
5 and more		38		8.8						
Meal Consumption Status	Breakfast		Lunch		Dinner		Snack		Snack at night	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
None	9	2.1	44	10.2	2	0.5	36	8.4	162	37.7
Sometimes	59	13.7	132	30.7	5	1.2	185	43.0	197	45.8
Generally	80	18.6	113	26.3	44	10.2	122	28.4	39	9.1
Every day	282	65.6	141	32.8	379	88.1	87	20.2	32	7.4
Preferred food for Snacks at night		n(268)		% (100)						
Chocolate/Wafer/Confectionery		46		17.2						
Crackers/Biscuits		44		16.4						
Pastry/Bagel/Pastry		2		0.7						
Toast/Sandwich		60		22.4						
Fast Food		20		7.5						
Chips/Funk food		8		3.0						
Pasta/Rice		3		1.1						
Milk/Yogurt		17		6.3						
Fresh/Dried Fruit		42		15.7						
Nuts		26		9.7						

Table 3. University students' food consumption frequency table

Consumption Frequency	None		Daily		2-3 times a week		Once a week		Once a month	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Fast Food	15	3.5	9	2.1	31	7.2	133	30.9	242	56.3
Red Meat	16	3.7	21	4.9	53	12.3	203	47.2	137	31.9
Chicken	7	1.6	17	3.9	82	19.1	248	57.7	76	17.7
Fish	73	17.0	0	0.0	4	0.9	59	13.7	294	68.4
Processed Meat Product	62	14.4	10	2.4	41	9.5	113	26.3	204	47.4
Egg	21	4.9	151	35.1	113	26.3	112	26.0	33	7.7
Milk	36	8.4	69	16.1	72	16.7	152	35.3	101	23.5
Yoghurt	19	4.4	105	24.4	114	26.5	156	36.3	36	8.4
Cheese	23	5.3	182	42.4	94	21.9	102	23.7	29	6.7
Whole Grain Foods	32	7.4	147	34.2	96	22.3	98	22.8	57	13.3
White Bread	41	9.5	169	39.3	74	17.2	95	22.1	51	11.9
Pasta and Rice	9	2.1	92	21.4	148	34.4	140	32.6	41	9.5
Noodle	250	58.1	6	1.4	28	6.5	46	10.7	100	23.3
Legumes	9	2.1	38	8.8	107	24.9	199	46.3	77	17.9
Fruit	3	0.7	160	37.3	115	26.7	115	26.7	37	8.6
Vegetable	6	1.4	150	34.9	129	30.0	121	28.1	24	5.6
Fried Foods	11	2.6	14	3.3	68	15.8	155	36.0	182	42.3
Nuts	13	3.0	76	17.7	84	19.5	157	36.5	100	23.3
Junk Food	15	3.5	84	19.6	72	16.7	158	36.7	101	23.5
Black Tea	38	8.8	224	52.1	63	14.7	79	18.4	26	6.0
Coffee	25	5.8	203	47.2	57	13.3	98	22.8	47	10.9
Fruit juice and Soda	76	17.7	37	8.5	91	21.2	110	25.6	116	27.0

As indicated in Table 4, a statistically significant difference was observed in the frequency of consumption of red meat, chicken, fish, legumes, pasta and rice, fruits, and vegetables based on the living arrangements of university students during their academic pursuits. ($p < 0.05$). No statistically significant influence was found for other food items based on the participants' living arrangements ($p > 0.05$).

The mean food strength of the students participating in the research was 2.95 ± 0.74 , the mean of the food availability sub-dimension was 2.59 ± 0.88 , the mean of the food availability sub-dimension was 3.09 ± 0.89 , and the mean of the food taste sub-dimension was 3.28 ± 0.84 . It shows that participants were sensitive to food in the presence of palatable food (Table 5).

In the study, when evaluating PFS scores according to gender, it was determined that female participants exhibited greater sensitivity to foods than men. However, when examining participants' sensitivity to foods based on gender, no statistically significant effect was found ($p > 0.05$). Similarly, when analysing PFS scores according to BMI classification, it was observed that participants with normal BMI levels displayed higher sensitivity to foods than others. Nonetheless, when investigating participants' sensitivity to foods according to BMI classification, no statistically significant effect was observed ($p > 0.05$) (Table 6).

El Ansari et al. (2012) examined the food consumption of university students in 4 different countries and showed that cultural and regional factors may affect the dietary preferences of young adults. The study found frequent consumption of unhealthy food items (e.g., chips and fast food) is common among university students (El Ansari et al., 2012). Similar to our research, students residing with their parents tended to healthier eating habits, including a higher consumption of fruits, vegetables, and meat, compared to those living away from home. A similar study found significant differences in food preferences of 152 university students living on campus, off-campus, and in Greek residences, depending on their place of residence. It was found that fish consumption was significantly higher among students eating in on-campus dining halls. At the same time, off-campus students were less likely to consume fresh vegetables and fruits daily. Regarding meat consumption, men's chicken, beef, pork, and fish consumption was higher than women's. These findings show differences in food consumption patterns and nutritional practices among university students, depending on living arrangements and gender. The study provides information about stu-

dents' eating habits during that period, which can inform efforts to promote healthier diets and lifestyles among university students (Beerman et al., 1990). Another study on university students found that fast food restaurants were the primary food source for students away from home, with 25% of participants purchasing fast food daily. The study concluded that most students buy their food from supermarkets, and fast food is a popular choice for eating out (Deric et al., 2017).

In Australia, individuals residing in family homes were observed to have a significantly more positive attitude toward healthy eating. However, there was no significant difference in their food preferences based on their residence, except for vegetable consumption. Additionally, a significant, positive relationship was found between attitudes toward healthy eating and the recommended number of servings in both independent and homestay living arrangements (Piggford et al., 2008). Those living with their families tended to consume more servings of vegetables and fruits than independent students. They were also found to consume more portions of various food groups. It turns out that students, especially those under 21, have a more positive attitude towards healthy eating and tend to consume more portions of certain food groups. The study concluded that students living with host families had different eating habits than other students and that this was potentially influenced by factors such as parental control (Harker et al., 2010). Ryan et al. (2022) found that adolescent students generally choose healthier foods at home and perceive home as a place where "healthier" and "fresh" foods are available. They also determined that they saw the time when choosing meals at school as an opportunity to turn to less healthy options (Ryan et al., 2022). Briefly, students living with their parents generally exhibited healthier eating habits, although there were some exceptions. These findings suggest the need for targeted interventions and educational programs to promote healthier eating habits among university students, especially those living away from home. A systemic review determined that students purchased a significant portion of their food intake from nearby stores off campus. It has been observed that students living off campus consume more fast food and have less healthy eating habits. However, these studies did not evaluate the health index of the products available at food outlets on campus. Additionally, frequent purchases of food and beverages in the campus environment have been associated with lower dietary quality, including higher fat consumption and added sugars (Li et al., 2022).

Table 4. Food consumption preferences of university students by their accommodation environment

	Accommodation	None		Daily		2-3 times a week		Once a week		Once a month		p-value / χ^2
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Fast Food	At home with family	5	3.6	4	2.9	11	7.9	37	26.4	83	59.2	0.986 / 15.543
	At State dormitory	6	4.6	3	2.3	6	4.6	49	37.4	67	51.1	
	At Private dormitory	1	1.6	1	1.6	5	7.8	21	32.7	36	56.3	
	At home with friends	2	5.1	0	0.0	4	10.3	10	25.6	23	59.0	
	Alone	1	1.8	1	1.8	5	8.9	16	28.6	33	58.9	
Red Meat	At home with family	3	2.14	9	6.43	19	13.57	64	45.71	45	32.14	0.000 / 68.920
	At State dormitory	4	3.05	10	7.63	22	16.79	59	45.04	36	27.48	
	At Private dormitory	1	1.56	1	1.56	5	7.81	32	50.00	25	39.06	
	At home with friends	6	15.38	0	0.00	2	5.13	17	43.59	14	35.90	
	Alone	2	3.57	1	1.79	5	8.93	31	55.36	17	30.36	
Chicken	At home with family	0	0.00	8	5.71	17	12.14	81	57.86	34	24.29	0.000 / 71.793
	At State dormitory	3	2.29	7	5.34	34	25.95	72	54.96	15	11.45	
	At Private dormitory	0	0.00	1	1.56	11	17.19	41	64.06	11	17.19	
	At home with friends	2	5.13	0	0.00	11	28.21	20	51.28	6	15.38	
	Alone	2	3.57	1	1.79	9	16.07	34	60.71	10	17.86	
Fish	At home with family	18	12.86	0	0.00	1	0.71	22	15.71	99	70.71	0.013 / 33.808
	At State dormitory	17	12.98	0	0.00	2	1.53	13	9.92	99	75.57	
	At Private dormitory	17	26.56	0	0.00	0	0.00	16	25.00	31	48.44	
	At home with friends	8	20.51	0	0.00	1	2.56	4	10.26	26	66.67	
	Alone	13	23.21	0	0.00	0	0.00	4	7.14	39	69.64	
Processed Meat Prod.	At home with family	25	17.86	4	2.86	13	9.29	30	21.43	68	48.57	0.279 / 34.044
	At State dormitory	14	10.69	3	2.29	17	12.98	42	32.06	55	41.98	
	At Private dormitory	6	9.38	2	3.13	3	4.69	18	28.13	35	54.69	
	At home with friends	4	10.26	1	2.56	3	7.69	10	25.64	21	53.85	
	Alone	13	23.21	0	0.00	5	8.93	13	23.21	25	44.64	
Egg	At home with family	7	5.00	55	39.29	37	26.43	34	24.29	7	5.00	0.230 / 35.347
	At State dormitory	6	4.58	43	32.82	43	32.82	28	21.37	11	8.40	
	At Private dormitory	3	4.69	25	39.06	10	15.63	20	31.25	6	9.38	
	At home with friends	2	5.13	10	25.64	7	17.95	15	38.46	5	12.82	
	Alone	3	5.36	18	32.14	16	28.57	15	26.79	4	7.14	
Milk	At home with family	7	5.00	29	20.71	24	17.14	50	35.71	30	21.43	0.197 / 36.360
	At State dormitory	18	13.74	12	9.16	21	16.03	43	32.82	37	28.24	
	At Private dormitory	3	4.69	8	12.50	12	18.75	27	42.19	14	21.88	
	At home with friends	3	7.69	4	10.26	4	10.26	15	38.46	13	33.33	
	Alone	5	8.93	16	28.57	11	19.64	17	30.36	7	12.50	
Yoghurt	At home with family	4	2.86	42	30.00	41	29.29	44	31.43	9	6.43	0.608 / 27.297
	At State dormitory	5	3.82	23	17.56	33	25.19	56	42.75	14	10.69	
	At Private dormitory	3	4.69	18	28.13	12	18.75	25	39.06	6	9.38	
	At home with friends	4	10.26	7	17.95	9	23.08	14	35.90	5	12.82	
	Alone	3	5.36	15	26.79	19	33.93	17	30.36	2	3.57	
Cheese	At home with family	11	7.86	66	47.14	26	18.57	28	20.00	9	6.43	0.701 / 25.492
	At State dormitory	3	2.29	52	39.69	33	25.19	32	24.43	11	8.40	
	At Private dormitory	2	3.13	30	46.88	14	21.88	15	23.44	3	4.69	
	At home with friends	4	10.26	13	33.33	6	15.38	12	30.77	4	10.26	
	Alone	3	5.36	21	37.50	15	26.79	15	26.79	2	3.57	

Whole Grain Foods	At home with family	9	6.43	50	35.71	32	22.86	35	25.00	14	10.00	0.770 / 24.041
	At State dormitory	12	9.16	44	33.59	25	19.08	29	22.14	21	16.03	
	At Private dormitory	6	9.38	21	32.81	20	31.25	9	14.06	8	12.50	
	At home with friends	4	10.26	13	33.33	5	12.82	11	28.21	6	15.38	
	Alone	1	1.79	19	33.93	14	25.00	14	25.00	8	14.29	
White Bread	At home with family	15	10.71	58	41.43	24	17.14	26	18.57	17	12.14	0.145 / 38.169
	At State dormitory	10	7.63	58	44.27	20	15.27	31	23.66	12	9.16	
	At Private dormitory	3	4.69	31	48.44	13	20.31	9	14.06	8	12.50	
	At home with friends	4	10.26	6	15.38	8	20.51	16	41.03	5	12.82	
	Alone	9	16.07	16	28.57	9	16.07	13	23.21	9	16.07	
Pasta and Rice	At home with family	4	2.86	32	22.86	49	35.00	38	27.14	17	12.14	0.003 / 55.651
	At State dormitory	4	3.05	29	22.14	47	35.88	39	29.77	12	9.16	
	At Private dormitory	0	0.00	18	28.13	23	35.94	17	26.56	6	9.38	
	At home with friends	0	0.00	4	10.26	8	20.51	22	56.41	5	12.82	
	Alone	1	1.79	9	16.07	21	37.50	24	42.86	1	1.79	
Noodle	At home with family	82	58.57	3	2.14	5	3.57	12	8.57	38	27.14	0.952 / 13.734
	At State dormitory	73	55.73	1	0.76	11	8.40	15	11.45	31	23.66	
	At Private dormitory	41	64.06	1	1.56	5	7.81	9	14.06	8	12.50	
	At home with friends	22	56.41	0	0.00	4	10.26	5	12.82	8	20.51	
	Alone	32	57.14	1	1.79	3	5.36	5	8.93	15	26.79	
Legumes	At home with family	4	2.86	6	4.29	32	22.86	64	45.71	34	24.29	0.000 / 64.106
	At State dormitory	3	2.29	17	12.98	36	27.48	59	45.04	16	12.21	
	At Private dormitory	0	0.00	5	7.81	19	29.69	34	53.13	6	9.38	
	At home with friends	2	5.13	6	15.38	3	7.69	22	56.41	6	15.38	
	Alone	0	0.00	4	7.14	17	30.36	20	35.71	15	26.79	
Fruit	At home with family	0	0.00	63	45.00	29	20.71	37	26.43	11	7.86	0.000 / 65.913
	At State dormitory	1	0.76	37	28.24	43	32.82	38	29.01	12	9.16	
	At Private dormitory	2	3.13	26	40.63	23	35.94	11	17.19	2	3.13	
	At home with friends	0	0.00	10	25.64	5	12.82	16	41.03	8	20.51	
	Alone	0	0.00	24	42.86	15	26.79	13	23.21	4	7.14	
Vegetable	At home with family	1	0.71	63	45.00	40	28.57	29	20.71	7	5.00	0.000 / 110.097
	At State dormitory	3	2.29	37	28.24	41	31.30	42	32.06	8	6.11	
	At Private dormitory	0	0.00	18	28.13	28	43.75	15	23.44	3	4.69	
	At home with friends	0	0.00	10	25.64	8	20.51	17	43.59	4	10.26	
	Alone	2	3.57	22	39.29	12	21.43	18	32.14	2	3.57	
Fried Foods	At home with family	5	3.57	5	3.57	24	17.14	45	32.14	61	43.57	0.239 / 35.184
	At State dormitory	2	1.53	8	6.11	21	16.03	50	38.17	50	38.17	
	At Private dormitory	0	0.00	0	0.00	13	20.31	31	48.44	20	31.25	
	At home with friends	0	0.00	0	0.00	4	10.26	11	28.21	24	61.54	
	Alone	4	7.14	1	1.79	6	10.71	18	32.14	27	48.21	
Nuts	At home with family	3	2.14	24	17.14	25	17.86	46	32.86	42	30.00	0.113 / 39.577
	At State dormitory	4	3.05	21	16.03	25	19.08	48	36.64	33	25.19	
	At Private dormitory	2	3.13	13	20.31	17	26.56	22	34.38	10	15.63	
	At home with friends	0	0.00	6	15.38	3	7.69	22	56.41	8	20.51	
	Alone	4	7.14	12	21.43	14	25.00	19	33.93	7	12.50	
Junk Food	At home with family	5	3.57	24	17.14	20	14.29	50	35.71	41	29.29	0.571 / 27.984
	At State dormitory	8	6.11	26	19.85	23	17.56	48	36.64	26	19.85	
	At Private dormitory	0	0.00	14	21.88	11	17.19	28	43.75	11	17.19	
	At home with friends	0	0.00	7	17.95	5	12.82	17	43.59	10	25.64	
	Alone	2	3.57	13	23.21	13	23.21	15	26.79	13	23.21	
Black Tea	At home with family	11	7.86	81	57.86	16	11.43	20	14.29	12	8.57	0.053 / 43.526
	At State dormitory	10	7.63	72	54.96	20	15.27	24	18.32	5	3.82	
	At Private dormitory	4	6.25	37	57.81	8	12.50	10	15.63	5	7.81	

Coffee	At home with friends	5	12.82	10	25.64	10	25.64	12	30.77	2	5.13	0.463 / 30.053
	Alone	8	14.29	24	42.86	9	16.07	13	23.21	2	3.57	
	At home with family	6	4.29	65	46.43	20	14.29	30	21.43	19	13.57	
	At State dormitory	8	6.11	61	46.56	19	14.50	30	22.90	13	9.92	
	At Private dormitory	6	9.38	32	50.00	9	14.06	11	17.19	6	9.38	
	Alone	3	5.36	29	51.79	7	12.50	10	17.86	7	12.50	
Fruit juice and Soda	At home with family	30	21.43	10	7.14	23	16.43	30	21.43	47	33.57	0.265 / 34.398
	At State dormitory	18	13.74	16	12.21	30	22.90	33	25.19	34	25.95	
	At Private dormitory	10	15.63	5	7.81	18	28.13	16	25.00	15	23.44	
	At home with friends	6	15.38	2	5.13	7	17.95	18	46.15	6	15.38	
	Alone	12	21.43	4	7.14	13	23.21	13	23.21	14	25.00	

Table 5. University students' descriptive information on the Power Food Scale.

	n	Mean	SD	Min	Max
PFS total	430	2.95	0.74	1.00	5.00
Food available	430	2.59	0.88	1.00	5.00
Food present	430	3.09	0.89	1.00	5.00
Food tasted	430	3.28	0.84	1.00	5.00

Table 6. Comparison of university students' Power Food Scale scores according to gender and BMI

		Power Food Scale				p-value / χ^2
		<2.5		>2.5		
		n	%	n	%	
Gender	Male	45	35.4	65	21.5	0.051 / 3.793
	Female	82	64.6	238	78.5	
BMI	< 18.5	18	13.8	29	9.7	0.287 / 2.497
	18.5 – 24.9	65	50.0	173	57.7	
	>25.0	47	36.2	98	32.6	

When examining PFS scores according to BMI classification in our study, it was observed that participants with normal BMI levels exhibited higher sensitivity to foods than others. Additionally, no statistically significant effect was observed between participants' BMI classification and PFS scores. In a study conducted by Burger et al. (2016), like our findings, no relationship was found between BMI and PFS scores (Burger et al., 2016). However, a study by Arslan et al. (2022) found that the median PFS score of obese students was significantly higher than that of normal-weight students (Arslan et al., 2023). Similarly, a study on adults by Karakaş & Saka (2021) found a significant positive correlation between BMI and PFS total scores (Karakaş & Saka, 2021). Hayzaran (2018) similarly found that university students who participated in the study were sensitive to delicious foods. It was determined that the mean of the power food scale was 3.18 ± 0.68 , the mean of food available, which is the sub-dimension of the scale, was 2.78 ± 0.88 , the mean of food present was 3.43 ± 0.81 , and

the mean of food tasted was 3.33 ± 0.79 . Among the food available factor items, 40.7% (n=175) of the students disagreed with the item "I find myself thinking about food even when I am not physically hungry", while 31.2% (n=134) agreed. The item "My mind is always busy with food" received a disagree response from 44.9% (n=192). Among the food present factor items, 56.0% (n=241) agreed with the item "When I see or smell a food I like, I feel a strong urge to eat it." Among the food-tasting factor items, 49.5% (n=213) of students answered, "I agree" to the item "It is very important for me that the food I eat is as delicious as possible." Similarly, in the Hayzaran, one of the food availability factor items was "I find myself thinking about food even when I am not physically hungry" 35% agree with the article. Among the nutrient availability factor items, "When I see or smell a food I like, I feel a strong urge to eat some", 22.9% of the students strongly agreed, and 55.8% agreed with the article. Among the food taste factor items, "It is very important for me that

the food I eat is as delicious as possible", 26.4% of the students answered, "strongly agree", and 54.5% said, "I agree" (Hayzaran, 2018).

Conclusion

The study offers insights into students' dietary habits during this phase, which can serve as valuable information for initiatives to promote healthier diets and lifestyles among university students. In essence, the university setting offers students insights into the factors influencing their dietary behaviour and the nutritional outcomes they experience. These findings underscore the significance of considering taste preferences, cultural influences, and food accessibility when encouraging healthier dietary decisions among university students. Promoting healthier eating habits among students can be facilitated through diverse interventions within the university environment.

Compliance with Ethical Standards

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

Ethics committee approval: The study received approved from the Afyonkarahisar Health Sciences University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee during meeting number 2023/1 on January 6, 2023.

Data availability: Data will be made available on request.

Funding: This research received no specific grant from public, commercial, or not-for-profit funding agencies.

Acknowledgements: -

Disclosure: -

References

Arslan, M., Yabancı Ayhan, N., Çolak, H., Sariyer, E.T., Çevik, E. (2023). Evaluation of the effect of hedonic hunger on nutrition change processes and its relationship with BMI: A study on university students. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 13(2), 234-42.
<https://doi.org/10.33808/clinexphealthsci.1178208>

Beerman, K.A., Jennings, G., Crawford, S. (1990). The effect of student residence on food choice. *Journal of the American College Health Association*, 38(5), 215-220.
<https://doi.org/10.1080/07448481.1990.9936190>

Burger, K.S., Abigail J.S., Gilbert J.R. (2016). Hedonic hunger is related to increased neural and perceptual responses to cues of palatable food and motivation to consume: Evidence from 3 independent investigations. *Journal of Nutrition*, 146(9), 1807-1812.
<https://doi.org/10.3945/jn.116.231431>

Bülbül, A., Doğuer, Ç. (2022). Yetişkinlerde Hedonik açlık durumunun sosyal medya bağımlılığı ve obezite ile ilişkisinin araştırılması. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16, 87-97.
<https://doi.org/10.38079/igusabder.1077728>

Deric, D.H., Godfrey, E., Quaicoe, O. (2017). Food sources and preferences of college students. *European Scientific Journal*, September, 7-8.
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.c1p7>

El Ansari, W., Stock, C., Mikolajczyk, R.T. (2012). Relationships between food consumption and living arrangements among university students in four European countries - A cross-sectional study. *Nutrition Journal*, 11(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-28>

Harker, D., Sharma, B., Harker, M., Reinhard, K. (2010). Leaving home: Food choice behavior of young German adults. *Journal of Business Research*, 63(2), 111-115.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.02.007>

Hayzaran, M. (2018). Üniversite Öğrencilerinin hedonik açlık durumlarının farklı ölçekler ile belirlenmesi [Başkent University, Institute of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics. Master's Thesis].

Hekimci, F. (2007). Tüketici Bilincinin Milli Ekonomiye Katkıları. *Verimlilik Dergisi*, 3 111-130.

Karakaş, H.M., Saka, M. (2021). Obez olan ve olmayan yetişkin bireylerde sezgisel yeme davranışının hedonik açlık ve aşırı besin isteği ile ilişkisinin belirlenmesi. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6, 53-69.

Li, X., Braakhuis, A., Li, Z., Roy, R. (2022). How does the university food environment impact student dietary behaviors? A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 9(April).
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.840818>

Lowe, M.R., Butryn, M.L. (2007). Hedonic hunger: A new dimension of appetite? *Physiology and Behavior*, 91(4), 432-439.

<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.04.006>

Lowe, M.R., Butryn, M.L., Didie, E.R., Annunziato, R.A., Thomas, J.G., Crerand, C.E., Ochner, C.N., Coletta, M.C., Bellace, D., Wallaert, M., Halford, J. (2009). The Power of Food Scale. A new measure of the psychological influence of the food environment. *Appetite*, 53(1), 114-118.

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.05.016>

Marquis, M. (2005). Exploring convenience orientation as a food motivation for college students living in residence halls. *International Journal of Consumer Studies*, 29(1), 55-63.

<https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2005.00375.x>

Martínez Álvarez, J.R., García Alcón, R., Villarino Marín, A., Marrodán Serrano, M.D., Serrano Morago, L. (2015). Eating habits and preferences among the student population of the Complutense University of Madrid. *Public Health Nutrition*, 18(14), 2654-2659.

<https://doi.org/10.1017/S1368980015000026>

Piggford, T., Raciti, M., Harker, D., Harker, M. (2008). The influence of residence on young adult attitudes toward healthy eating. *Social Marketing Quarterly*, 14(2), 33-49.

<https://doi.org/10.1080/15245000802034689>

Ryan, D., Holmes, M., Ensaff, H. (2022). Adolescents' dietary behaviour: The interplay between home and school food environments. *Appetite*, 175(January).

<https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106056>

Sonkaya, Z.İ., Balcı, E., Ayar, A. (2018). Üniversite öğrencilerinin gıda okuryazarlığı ve gıda güvenliği konusunda bilgi, tutum ve davranışları "Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Sağlık. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 75(1), 53-64.

SSC. (2023). Sample size calculator. Creative Research Systems survey software.

<https://www.surveysystem.com/sscalc.htm>

(accessed 22.12.2022)

TÜBER. (2022). T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Türkiye Beslenme Rehberi, Ankara, 430.

WHO. (2023). World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 15.04.2023)

Ulker, I., Ayyildiz, F., Yildiran, H. (2021). Validation of the Turkish version of the power of food scale in adult population. *Eating and Weight Disorders*, 26(4), 1179-1186.

<https://doi.org/10.1007/s40519-020-01019-x>

Yılmaz, C.S., Saka, M. (2019). Yetişkin profesyonel erkek futbolcuların hedonik açlık ve beslenme durumlarının belirlenmesi. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 47(2), 1-10.

<https://doi.org/10.33076/0.BDD.1031>

YÖK. (2023). 2022-2023 eğitim öğretim yılı verileri. Yükseköğretim Kurumu,

<https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2023/yuksekogretimde-yeni-istatistikler> (accessed 22.12.2022)

Beslenme ve fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi

Melis KOCA, Esabil Emrah KOCA, Emel ÜNAL TURHAN

Cite this article as:

Koca, M., Koca, E.M., Ünal Turhan, E.Ü. (2024). Beslenme ve fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi. *Food and Health*, 10(2), 160-168. <https://doi.org/10.3153/FH24015>

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,
Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli,
Osmaniye, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

M.K. 0000-0003-0540-7101
E.E.K. 0009-0003-0353-4331
E.Ü.T. 0000-0002-0284-574X

Submitted: 03.05.2023

Revision requested: 20.02.2024

Last revision received: 20.02.2024

Accepted: 22.02.2024

Published online: 01.04.2024

Correspondence:

Emel ÜNAL TURHAN

E-mail: emelunal@osmaniye.edu.tr



© 2024 The Author(s)

Available online at

<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Beslenme biçimi ve fiziksel aktiviteler bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliği ve bileşimi üzerinde etkili olan faktörlerdir. İnsan sağlığı; bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite ve beslenme arasındaki dengeli ilişki ile yakından ilgilidir. Yüksek karbonhidratlı diyetler, yüksek proteinli diyetler, yüksek yağlı diyetler, vejetaryen/vegan beslenme, glutensiz beslenme ve akdeniz tipi beslenme gibi farklı beslenme biçimleri ile beslenen bireylerde bağırsak mikrobiyotası bileşiminin de değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Tüketilen besin çeşidine göre bağırsaklara ulaşan karbonhidrat, protein, yağ, fitokimyasal ve vitamin gibi diyet bileşenlerinin bağırsak mikrobiyotası dengesini olumlu veya olumsuz etkileme potansiyeli mevcuttur. Dengeli bir bağırsak mikrobiyotasının besinlerin sindirimi ve emiliminin yanı sıra egzersiz performansını desteklediği ve böylece metabolik aktivitelere katkı sağladığı bildirilir. Ancak tıpkı beslenme biçiminde olduğu gibi egzersizin yoğunluğu ve türüne göre bağırsak mikrobiyotasının bileşimi değişebilir. İlmimli bir fiziksel aktivitenin, bağırsak mikrobiyotasında olumlu yönde değişikliklere neden olurken, uzun ve yorucu aktivitelerin ise bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak Mikrobiyotası, Beslenme, Fiziksel Aktivite, Sağlık

ABSTRACT

Relationship of nutrition and physical activity with gut microbiota

Diet and physical activities are factors that affect the diversity and composition of the intestinal microbiota. Human health is closely related to the balanced relationship between gut microbiota, physical activity and nutrition. It has been reported that the composition of the intestinal microbiota also varies in individuals fed with different diets such as high-carbohydrate diets, high-protein diets, high-fat diets, vegetarian/vegan diet, gluten-free diet and mediterranean diet. Depending on the type of food consumed, dietary components such as carbohydrates, proteins, fats, phytochemicals and vitamins have the potential to affect the intestinal microbiota balance positively or negatively. It is reported that a balanced gut microbiota supports the digestion and absorption of nutrients as well as exercise performance and thus contributes to metabolic activities. However, just as with the diet, the composition of the intestinal microbiota can change depending on the intensity and type of exercise. It has been reported that moderate physical activity causes positive changes in the intestinal microbiota, while long and strenuous activities have negative effects on the intestinal microbiota.

Keywords: Gut Microbiota, Nutrition, Physical Activity, Health

Giriş

Mikrobiyota insan vücudunda bulunan kommensal, simbiyotik ve patojenik tüm mikroorganizmalar için kullanılan bir terimdir (Kurtaran, 2021). İnsan vücudunun deri, bağırsak, solunum yolları vb. gibi farklı bölgelerinin kendilerine özgü mikrobiyotaları vardır ve insan vücudunun ikinci beyni olarak da görülen en önemli mikrobiyota bağırsak mikrobiyotasıdır (Karatay, 2019). Bağırsak mikrobiyotası; beslenme, metabolik fonksiyonlar, bağırsak gelişimi, immün sistem ve epitel hücrelerin olgunlaşmasını önemli derecede etkileyen çok sayıda mikroorganizmayı içerir. Bağırsak mikrobiyotası enerji oluşumu için sindirim ve emilimi desteklerken, kolondaki kompleks karbonhidratlar sindirilir ve kısa zincirli yağ asitlerine fermente edilir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Bağırsak mikrobiyotası Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria, Verrucomicrobia, Actinobacteria, Fusobacteria ve Cyanobacteria popülasyonundan oluşur (Aydın ve Bağrıaçık, 2021).

Her bireyin bağırsak mikrobiyotası kendine özgüdür. Bağırsak mikrobiyotası üzerinde çevresel ve genetik birçok faktör olmakla birlikte beslenme biçimi en önemli faktörlerden biri olarak görülür (O'connor, 2013). Son yıllarda bağırsak mikrobiyotası üzerinde fiziksel aktivitelerinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Beslenme biçimleri (akdeniz, batı tipi, vejeteryan/vegan vb.) ve dolayısıyla tüketilen besinlerin bileşimleri (yağ, karbonhidrat, posa, vitamin, mineral, katkı maddesi vb.) insan mikrobiyotasındaki farklılıkların başlıca nedenleri arasındadır. Beslenme biçimi ve bundan kaynaklı mikrobiyota yükü sağlık üzerinde etkili olduğundan bağırsak mikrobiyota dengesinin bozulması çeşitli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Düşük miktarda lif içeren ve rafine karbonhidrat ile yağ açısından zengin diyetler, mikrobiyel çeşitlilikte azalmaya neden olur (Zeppa ve ark., 2020; Aya ve ark., 2021; Aydın ve Bağrıaçık, 2021). Bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite sırasında metabolizmayı destekleyici özellikleri ile sindirim ve gıda emilimini kolaylaştırarak enerji harcanmasını iyileştirir (Hsu ve ark., 2015; Clark ve Mach, 2017). Fiziksel aktivitenin mikrobiyota çeşitliliğini zenginleştirdiği, mukozal bağırsıklığı modüle edebilen bakterilerin çoğalmasını uyardığı, bariyer fonksiyonlarını iyileştirdiği ve gastrointestinal bozukluklara karşı koruma sağlayan ve performansı iyileştiren maddeler üretebilen bakterileri ve fonksiyonel yolları uyardığı bildirilmiştir. Ayrıca zayıf bireylerde obez bireylere kıyasla daha fazla mikrobiyota bileşimi ve yoğunluğunun daha zengin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Mohr ve ark., 2020). Egzersizin yoğunluğu, zamanlaması ve türü, aynı zamanda deneklerin cinsiyeti, yaşı, sağlığı ve eğitim durumu ile ilgili olduğu için bağırsak mikrobiyotasının bileşimini etkileyebilir. Düşük seviyelerde, ancak sürekli ola-

rak yapılan fiziksel aktivitenin mikrobiyota çeşitliliğini artılabileceği, deneklerin metabolik profilini ve immünolojik tepkilerini iyileştirebileceği, akut yorucu egzersizin ise sporcuların mikrobiyotası ve genel sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabileceği gösterilmiştir. Genel olarak, iyi bağırsak mikrobiyota koşulları, sporcuların sağlığını olumlu yönde etkiler ve antrenman adaptasyonları ve performansları üzerinde faydalı sonuçlar verir (Zeppa ve ark., 2020; Clark ve Mach, 2017).

Bağırsak Mikrobiyotası

İnsanlarda mikroorganizmalar, gastrik sistem, ürogenital sistem, orofaringeal alan, solunum yolları, deri, kan ve göz gibi vücudun çeşitli alanlarında bulunur (Çatak ve ark., 2021a). Mikrobiyotanın büyük bir bölümü yüzey alan genişliğinden dolayı bağırsakta bulunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası immün sistemin bir organı olarak düşünülür (Cassotta ve ark., 2020). İnsan bağırsak mikrobiyotası ökaryotik ve prokaryotik mikroorganizmaların tümüne ev sahipliği yapan karmaşık bir sistemdir (Fiers ve ark., 2020; Çatak ve ark., 2021b; Aydın ve Bağrıaçık 2021). Bağırsak mikrobiyotası, bağırsaktaki Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria, Proteobacteria ve Verrucomicrobia şubesindeki bakteriler ile, mantarlar, arkeleler, protistler, helmintler ve virüslerden oluşur. Mikrobiyotadaki mikroorganizmaların genomuna ise mikrobiyom denir (Aya ve ark., 2021; Zeppa ve ark., 2020). Sağlıklı yetişkin deneklerde, iki ana bakteri şubesi yaygındır: Gram-pozitif Firmicutes (%60-80 arasında, *Lactobacillus* ve *Clostridium*) ve Gram-negatif Bacteroidetes (%15-30 arasında). Firmicutes popülasyonu ağırlıklı olarak *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Ruminococcus Eubacterium*, *Fecalibacterium* ve *Roseburia* cinslerinden oluşur. Bacteroidetes popülasyonları ise *Bacteroides*, *Prevotella* ve *Xylanibacter* cinslerini içermektedir. Bifidobakteriler ise Actinobacteria içinde daha çok olumlu özellikleri ile yer alan bakterilerdir (Karatay, 2019; Çatak ve ark., 2021b). Bağırsak mikrobiyotası, sağlığı koruyucu birçok aktiviteye sahip olan K vitamini, biotin, folik asit, tiamin, glikanlar, amino asitler ve konjuge linoleik asit sentezine büyük katkı sağlar. Lipit metabolizması, bağırsak mikrobiyotasından etkilenir, adipositlerde lipoprotein lipaz aktivitesini ve safra asidi profilinin değişmesini teşvik eder (Cella ve ark., 2021; Zeppa ve ark., 2020).

Bağırsak mikrobiyotasının; bağırsıklık, diyabet, insülin direnci, kolorektal kanser, obezite, infantil kolik, alerji, inflamatuvar barsak hastalığı, çölyak hastalığı, hipertansiyon ve romatolojik hastalıklar gibi pek çok sağlık sorunu üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. İnsan sağlığı açısından bağırsak

mikrobiyota dengesinin korunması elzem olarak görülür (Gigante ve ark., 2011; Aziz ve ark., 2013; Alves, 2016; Tekin ve ark., 2018; Cassotta ve ark., 2020; Barrea ve ark., 2021; Kurtaran, 2021). Normal koşullarda sağlıklı bir bireyde mikrobiyotada yararlı ve zararlı bakteriler dengeli biçimde belli bir oranda bulunur. Mikrobiyotadaki dengenin bozulması ve zararlı bakteri sayısının artması durumunda “mikrobiyel disbiyozis” adı verilen patolojik süreç başlar. Tam tersi durumda ise sağlıklı mikrobiyotayı ifade eden öbiyozis görülür (Aya ve ark., 2021). Mikrobiyotadaki yararlı bakterilerin vitamin üretimi, kısa zincirli serbest yağ asidi üretimi, konjuge lino-leik asit üretimi, aminoasit sentezi, safra asitlerinin biyotransformasyonu, sindirilemeyen besinlerin fermantasyonu ve hidrolizi, immün sistemin dengelenmesi, amonyak sentezi ve detoksifikasyon gibi fonksiyonları vardır (Karatay, 2019). Disbiyoz ile birlikte gelişen zararlı bağırsak mikrobiyotası bağırsak geçirgenliğini, endotoksemiye, enerji üretimini, adi-poziteyi ve pro-inflamatuar sitokin üretimini tetikleyerek obezite, diyabet, bazı kanser türleri, romatoid artrit ve alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması gibi pek çok hastalığın görülmesine neden olur (Özsoy, 2019; Valdes ve ark., 2018).

Bağırsak mikrobiyotası üzerinde yaş, cinsiyet, yaşam biçimi, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite vb. gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlerin başında beslenme biçimi gelmekle birlikte fiziksel egzersizde etkili faktörlerdendir. Beslenme ile birlikte alınan gıdaların bileşimi bağırsak mikrobiyotasının bileşimini etkiler (Zeppa ve ark., 2020; Aya ve ark., 2021).

Beslenme ve Bağırsak Mikrobiyotası İlişkisi

Beslenme, doğrudan veya dolaylı olarak mikrobiyotayı etkiler. İnsanların tükettikleri besinler gastrik sistemdeki mikroorganizmaların da besin kaynağını oluşturduğundan tüketilen besinlerin çeşidine göre bağırsak mikrobiyotasının bileşimi de değişiklik gösterir. Diyet bileşenleri mikrobiyota dengesini bozabilir veya iyileştirebilir (Bayram ve Öztürkcan, 2020). Karbonhidrat, protein, yağ, fitokimyasallar ve vitaminler beslenme ve mikrobiyota arasındaki ilişkiyi etkileyen en önemli diyet bileşenleridir (Özdemir ve Demirel, 2017). Mikrobiyota üzerindeki birincil etki doğumdan hemen sonra başlar ve anne sütü alımıyla ve ardından gelen beslenme biçimine göre şekillenir (Koçak ve Şanlıer, 2017). Çeşitli çalışmalarda kan şekeri, kilo artışı ve karaciğer sirozu gibi durumların ortaya çıkışında beslenme ve mikrobiyota ilişkisine vurgu yapılmıştır (Zhang ve ark., 2018).

Beslenme biçimlerine bağlı olarak bağırsak mikrobiyotası ile etkileşime giren maddeler gıda katkı maddeleri, diyet fitokimyasalları (polifenoller), anne sütü, antibiyotikler, mikro-

besin öğeleri (vitaminler, mineraller), makrobesin öğeleri (diyet karbonhidratları ve posa, diyet proteinleri, yağlar), kısa zincirli yağ asitleri, lipokalin 2, metformin ve alkol olarak sıralanmıştır. Tüm bu maddelerin bağırsak mikrobiyotası üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Gıda katkı maddelerinden emülgatörlerin ve yapay tatlandırıcıların, konak-bağırsak mikrobiyota ilişkisini bozarak metabolik sendroma yol açtığı bildirilir (Wu ve ark., 2019).

Polifenoller birden çok fenolik grup bulunduran ve sağlığı olumlu yönde etkileyen biyoaktif besin bileşenlerindedir (Özsoy, 2019). Polifenoller daha çok meyve, sebze, tam tahıllar, çay, kahve ve kakao gibi bitkisel kaynaklı besinlerde bulunur. Polifenol yönünden zengin bir beslenme ile mikrobiyotada *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* bakterileri yönünde gelişim olduğu gözlenmiştir. Çaydaki biyoaktif bileşenlerin ise *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus* ve *E. coli* O157:H7 gibi bakterilerin gelişimini durdurduğu saptanmıştır (Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

Bilindiği üzere mikrobiyotayı etkileyen beslenme ile ilgili ilk unsur anne sütüdür. Anne sütü, prebiyotikler (oligosakkaritler) ve probiyotikleri (*Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*) birlikte içeren sinbiyotik bir besindir. Anne sütünde bulunan oligosakkaritler, lizozomlar, laktoferrin, antikorlar ve sitokinlerin bağırsaktaki *Bifidobacterium* sayısını artırdığı bildirilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017). Anne sütü ile beslenen bebeklerin bağırsak mikrobiyotasında ağırlıklı olarak *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*’lar; formül besinlerle beslenen bebeklerin bağırsak mikrobiyotasında ise *Enterococcus*, *Enterobacteria*, *Bacteroides*, *Clostridium* ve diğer anaerobik *Streptococcus* cinsi bakteriler kolonize olmuştur (Koçak ve Şanlıer, 2017).

Farklı Beslenme Biçimlerinin Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkileri

Yüksek karbonhidratlı diyetler, yüksek proteinli diyetler, yüksek yağlı diyetler, vejetaryen ve vegan beslenme, gluten-siz beslenme ve akdeniz tipi beslenme gibi farklı beslenme biçimleri bağırsak mikrobiyotası bileşimi üzerinde etkilidir (Özdemir ve Demirel, 2017). Örneğin; posa ve bitkisel protein bakımından zengin beslenen Afrikalı çocukların bağırsaklarındaki bakteri yoğunluğu, hayvansal kaynaklı protein ve yağ bakımından zengin beslenen İtalyan çocuklara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. İtalyan çocukların bağırsak mikrobiyotalarında Firmicutes ve Proteobacteria yoğunluğu gözlenirken, Afrikalı çocuklarda *Prevotella*, *Xylanibacter* ve *Treponema* yoğunluğu gözlenmiştir (Flint ve ark., 2012; Özdemir ve Demirel, 2017).

Posa yönünden zengin meyve/sebze ürünleri ve tahıl ürünlerinden oluşan yüksek karbonhidratlı diyetlerle beslenen bireylerin bağırsak mikrobiyotasının Bifidobakter, *Lactobacillus* ve *Enterococcus* yönünden zengin ancak, Bacteroides bakımından ise düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca lif oranının daha düşük olduğu beyaz ekmek tüketiminin tam tahıllı ekmeklere kıyasla mikrobiyotada *Clostridium* cinsi bakterileri arttırdığı gözlenmiştir (Kılınç ve Uçar, 2022).

Yüksek proteinli diyetlerde protein kaynağının bitkisel veya hayvansal olma durumuna göre bağırsak mikrobiyotası değişiklik gösterir. Örneğin; hayvansal protein yönünden zengin bir gıda olan biftekle beslenen bireylerde Bacteroides ve Clostridia popülasyonunda artış; *Bifidobacterium adolescentis* popülasyonunda ise azalış olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada peynir altı suyu proteininin ve bitkisel proteinlerden bezelye proteininin *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* miktarında artışa ve patojen *Bacteroides fragilis* ve *Clostridium perfringens* miktarında ise azalışa neden olduğu bulunmuştur (Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022). Yüksek hayvansal protein tüketimiyle inflamatuvar bağırsak hastalığının ve kardiyovasküler riskin artacağı belirtilmektedir (Aziz ve ark., 2013; Flint ve ark., 2012; Kılınç ve Uçar, 2022).

Yüksek yağlı diyetler kalp damar hastalıkları açısından risk oluşturur, ancak diyetle tekli ve çoklu doymamış yağların kullanımı ile bu risk azaltılabilir. Batı diyeti, doymuş yağlar bakımından zengin iken tekli ve çoklu doymamış yağlar yönünden fakirdir ve bu durum başta obezite olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına ve *Bifidobacterium* ve *Eubacterium* yoğunluğunda azalmaya neden olmaktadır (Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022). Fava ve ark. (2013), düşük yağlı beslenme biçimi ile *Bifidobacterium* yükünde artış gözlenirken açlık şekeri ve toplam kolesterol miktarından ise düşüş gözlendiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, domuz yağı ile beslenen deneklerde Bacteroides ve Bilophila popülasyonunun arttığı, balık yağı ile beslenen deneklerde ise Actinobacteria (*Bifidobacterium* ve *Adlercreutzia*), laktik asit bakterileri (*Lactobacillus* ve *Streptococcus*) ve Verrucomicrobia (*Akkermansia muciniphila*) popülasyonunun arttığı saptanmıştır (Kılınç ve Uçar, 2022).

Vejetaryen ve vegan beslenme beslenme biçimlerinde Bacteroides popülasyonunda artış *Clostridium*, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* popülasyonunda ise azalış olduğu belirtilmiştir (He ve ark., 2013; Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022).

Glutensiz diyetlerde, polisakkarit alımı çok fazla kısıtlandığından dolayı; kolona sınırlı miktarda karbonhidrat girmek-

tedir ve böylesi bir durumda sakkarolitik fermantasyon gerçekleşmemekte ve kısa zincirli yağ asitleri oluşmamaktadır. Bunların bir sonucu olarak ise; *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi bütirat üreten probiyotik bakteri yükünde düşüş, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* gibi patojen bakteri yükünde ise artış gözlemlenmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017; He ve ark., 2013; Kılınç ve Uçar, 2022).

Akdeniz diyeti, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir yağ asidi profiline yanı sıra yüksek miktarda polifenol ve antioksidan içeriği gibi sağlıklı beslenme bileşenlerine sahip olduğu için bağırsak mikrobiyotası üzerine olumlu etkiler yapar. Akdeniz diyetinin hakim olduğu bir beslenme biçiminde Prevotella ve diğer Firmicutes yükünün arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Akdeniz diyeti ile *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Prevotella* miktarında artış *Clostridium* miktarında ise düşüş olduğu belirtilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017 Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022).

Diyet Bileşenlerinin Bağırsak Mikrobiyotasına Etkisi

İnsanların yaşam tarzına göre diyetle vücuda aldıkları bileşenler bağırsağa ulaştıklarında bağırsakta yaşayan mikroorganizmalar ile etkileşime girer ve böylece bu mikroorganizmaların gelişimini etkiler. Vitaminler, mineral maddeler, diyet posası, proteinler, sindirilmeyen karbonhidratlar, antibiyotikler, antidiyabetik ilaçlar, alkol ve fermente gıda bileşenleri bağırsak mikrobiyotası bileşiminde etkili olan diyet bileşenlerindedir (Özdemir ve Demirel, 2017).

Bağırsak mikrobiyotasının çeşitli fonksiyonları arasında vitamin kaynağı olması ile de dikkat çekmektedir. Bu vitaminlerden başlıcaları; Bacteroides ve Eubacterium cinsleri tarafından sentezlenen K vitamini ve *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus reuteri* ve *Bifidobacterium adolescentis* türleri tarafından sentezlenen B grubu (tiamin, riboflavin, nikotinik asit, kobalamin, folat, piridoksin biyotin ve pantotenik asit) vitaminlerdir (Koçak ve Şanlıer, 2017; Özdemir ve Demirel, 2017).

Demir eksikliği bağırsak mikrobiyotadasındaki *Lactobacillus* cinsi bakterilerin azalışına neden olur. Gastrik sistem çinko emiliminde de önemli bir rol oynamaktadır. Çinko yetersizliğinde intestinal mikrobiyotadaki *Clostridium* cinsi bakterilerin kolonizasyonunu etkiler (Koçak ve Şanlıer, 2017).

Posa; bağırsak mikrobiyotasında kısa zincirli yağ asiti oluşumuna neden olan fermantasyonu destekler ve *Clostridium difficile* ve *Salmonella enterica* gibi patojen bakterilere karşı direnci arttırarak konağın savunma mekanizmasına yardımcı olur (Çatak ve ark., 2021b; Barrea ve ark., 2021). Yüksek

proteinli diyetlerin *Bacteroides enterotipi* ile ilişkili olduğu gösterilmektedir. Yüksek yağlı diyetlerin mikrobiyel çeşitliliği düşürdüğü ve *Bacteroides*, *Alistipe* ve *Bilophila* miktarını ise arttırdığı saptanmıştır. (Özdemir ve Demirel, 2017). Sindirilmeyen karbonhidratların (posa içeriği) fermantasyonu ile birlikte kısa zincirli yağ asitlerinden bütirat, asetat ve propiyonat oluşur (Tekin ark., 2018). Kısa zincirli yağ asitleri olumlu etkileri ile insan sağlığını geliştirmektedirler (Flint ve ark., 2012; Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

Antibiyotikler yalnızca hedef patojene etki etmezler aynı zamanda mikrobiyota üzerinde de etkili olabilmektedirler (Kılıç ve Altındış, 2017). Antibiyotik tedavisinin ardından bağırsak mikrobiyotası yeniden oluşarak kommensal yabancı mikroorganizmaların veya dirençli türlerin kolonizasyonuna imkan sağlayabilir (Biesalski, 2016; Kılıç ve Altındış, 2017; Karatay, 2019). Antibiyotik kullanımının üzerlerinde etkilerinin fazla olduğu gözlemlenen ana bakteri grupları başlıca Actinobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes ve Proteobacteria olarak sıralanır (Kılıç ve Altındış, 2017).

Diyabet tedavisinde antidiyabetik ilaç olarak kullanılan metformin'in glikoz metabolizması üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Yanı sıra; bağırsıklık hücrelerinde artışa neden olduğu ve bağırsak geçirgenliğini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Metformin ayrıca, Firmicutes ve Proteobacteria filumlarında kısa zincirli yağ asidi üreten mikroorganizmaları düzenleyerek bağırsak mikrobiyotasının yeniden şekillenmesini sağlar (Çatak ve ark., 2021b).

Aşırı alkol tüketen kişiler için anormal bağırsak mikrobiyotası ve aşırı bakteri üretmesi, alkole bağlı bozulmuş bağırsak bariyeri (yani bağırsak sızıntısı) gibi durumlar gözlenebilir. Ayrıca alkolik yağlı karaciğer hastalığı olan hastalarda endotoksemiye katkıda bulunabilir (He ve ark., 2013).

Fermente gıdalar; insan sağlığının geliştirilmesine katkıda bulunabilecek probiyotik mikroorganizmaları bulundurma potansiyellerinden ötürü bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkileri olan gıdalar olarak görülürler (Wu ve ark., 2019). Fermente gıdaların yanı sıra; prebiyotik özellik gösteren karbonhidrat, posa ve fitokimyasallarla desteklenmiş fonksiyonel gıdaların tüketiminin de bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

Fiziksel Aktivite ve Mikrobiyota İlişkisi

Fiziksel aktivitenin mikrobiyota üzerindeki etkisini araştıran çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. (O'ssullivan ve ark., 2015). Bağırsak mikrobiyotasının kişinin egzersiz performansına

katkısı olduğu ve egzersizin de bağırsak mikrobiyotası bileşiminde değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir. Düzenli olarak tekrarlanan, orta seviyedeki fiziksel aktivitelerin, Firmicutes (*Faecalibacterium prausnitzii*, *Oscillospira*, *Lachnospira*, *Coprococcus*) çeşitliliğinde artışa ve daha sağlıklı bir bağırsak ortamına katkı yaptığı bildirilmiştir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Bağırsak mikrobiyotası, oksidatif stres ve hidrasyon seviyeleri gibi gastrointestinal sistemdeki egzersizin neden olduğu rahatsızlıkların bazılarını iyileştirebilir (Mach ve Botella, 2017; Boisseau ve ark., 2022).

Bağırsak mikrobiyotası, konakçı enerji üretimi için sindirimi ve gıda emilimini desteklerken, kolonda kompleks karbonhidratlar sindirilir ve ardından gerçekleşen fermantasyon ile n-bütirat, asetat ve propiyonat gibi kısa zincirli yağ asitleri oluşur. Mikrobiyota ve egzersiz arasındaki ilişki veya fonksiyonlar tam olarak açıklığa kavuşturulamamakla birlikte; bazı çalışmalarda egzersizin bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerinde etkisi olduğu saptanmıştır (Mach ve Botella, 2017). Egzersiz sırasındaki fiziksel ve duygusal stres ile gastrointestinal mikrobiyota bileşimindeki değişiklikler arasında yüksek bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Akut stres sonrasında artan noradrenalin konsantrasyonlarına yanıt olarak Gram negatif bakterilerin yanı sıra patojenik olmayan kommensal *E. coli* gelişimi olduğu bildirilmiştir (Cella ve ark., 2021).

Düzenli yapılan hafif ılımlı aerobik egzersizlerin kabızlığı tedavi edici ve enerji metaboizmasını geliştirici etkilerinden bahsedilirken aşırı ve/veya uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersizin bu etkileri vermediği belirtilmiştir. Bağırsak mikrobiyotası açısından uzun süreli egzersiz, mukozal homeostazi bozarak bağırsak bariyeri işlevini değiştirir ve kolondan bakteriyel translokasyonu teşvik ederek artan bağırsak geçirgenliğine neden olur. Ayrıca karın ağrısı, kramplar, mide bulantısı ve ishal-kanlı ishal gibi gastrointestinal hastalık semptomlarının görülmesine neden olur (Zeppa ve ark., 2020; Mohr ve ark., 2020). Uzun süreli aşırı egzersiz bağırsak geçirgenliğine neden olarak bağırsak mikrobiyotasını ve dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Orta düzeyde egzersiz, daha az derecede bağırsak geçirgenliği, mukus kalınlığının korunması ve daha düşük bakteri translokasyonu oranları ile birlikte anti-mikrobiyel protein üretiminin yukarı regülasyonu ve ince bağırsak dokusunda (a-defensin, b-defensin) gen ekspresyonu ile ilişkilendirilmiştir (O'ssullivan ve ark., 2015).

Egzersizin mikrobiyota üzerindeki etkisi yaşamın erken dönemlerinde çocukluk çağı itibarıyla başladığı belirtilmiştir. Fiziksel aktivitenin daha fazla olduğu gençlerde yetişkinlere kıyasla bakteri bileşiminin daha yoğun olduğu ve bu durumun yağsız vücut kitlesinde artışı teşvik ettiği yanı sıra ideal beyin

fonksiyon gelişimini de desteklediği bildirilmiştir (Zeppa ve ark., 2020).

Fiziksel aktivite veya egzersiz; tüketilen besinlerin parçalanması, emilimi ve sindirimi üzerinde etkili olan bağırsaktaki mikrobiyel çeşitliliği de destekler (Vela ve ark., 2021). Fiziksel aktivite, obez çocuklarda *Blautia*, *Dialister*, *Lachnospira*, *Velionella* ve *Roseburia* gibi bazı popülasyonlarda artışa, *Alkaliphilus* ve *Clostridium* gibi bazı popülasyonlarda ise düşüşe neden olmuştur ve bu durum sağlıklı çocuklardakine benzer bir mikrobiyota profiline yol açmıştır (Çatak ve ark., 2021b).

Sporcularda Mikrobiyota Profili

Profesyonel sporcular, sporcu olmayan popülasyonla karşılaştırıldığında mikrobiyota bileşiminde belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bağırsak mikrobiyotası farklı sporcuların özelliklerine ve vücut kompozisyonlarına göre de değişir. Kardiyorespiratuar zindelik (atletik performans ve sağlığın güçlü bir göstergesi), sağlıklı genç yetişkinlerde Firmicutes/Bacteroidetes oranı ile ilişkilendirilmiştir ve bu ilişkiler diyet kompozisyonundan bağımsızdır, bu da bağırsak mikrobiyota çeşitliliğinin vücudun fiziksel uygunluk düzeyine de bağlı olduğunu gösterir. Sporcuların ve fiziksel aktivite çeşidinin özellikleri de mikrobiyota kompozisyonlarını etkileyen faktörlerdendir. Yüksek dinamik spor yapan bireylerde *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis*, *F. prausnitzii* ve *Prevotella intermedia* bakımından yoğun bir mikrobiyota saptanırken hem statik bileşenlere hem de yüksek dinamiğe sahip sporcularda ise *Bacteroides caccae* bakımından zengin bir mikrobiyota saptanmıştır. Sporcuların mikrobiyotalarındaki farklılık kreatin ve laktat üretimi, yanı sıra kas döngüsü ile ilişkilendirilmiştir (Vela ve ark., 2021). Sporcuların veya egzersiz yapan kişilerin bağırsak mikrobiyotasının diğer popülasyonlardan farklı olduğu ve daha yüksek mikrobiyel çeşitlilik gösterdiği bildirilmiştir (Mancin ve ark., 2021; Boisseau ve ark., 2022).

Bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite ve beslenme arasındaki ilişki nedeniyle fiziksel aktivite sırasındaki besin alımına sporcu takviyeleri ile müdahale edilir (Boisseau ve ark., 2022). Fiziksel aktivite sırasında bağırsak mikrobiyotası üzerinde etkili olduğu düşünülen sporcu takviyelerinin bazıları antioksidanlar (polifenoller ve vitaminler), probiyotikler, proteinler, glutamin, sodyum bikarbonat, Omega-3 ve çoklu doymamış yağ asitleri, karbonhidrat-elektrolit spor içecekleri, L-karnitin ve kafein olarak sıralanmıştır.

Yorucu egzersizin, endojen antioksidan kapasiteyi aşarak ciddi oksidatif hasara, kas zayıflığına ve yorgunluğa neden

olabileceği bilindiğinden sporcular arasında antioksidan takviye alma eğilimi vardır. Doğal bitki türevi bileşikler grubu olan polifenoller fiziksel aktivite esnasında mikrobiyotayı ve insan fizyolojisini destekleyen antioksidan takvilerdendir (Zeppa ve ark., 2020). Lipid peroksidasyonunu azaltmak için vitamin C, E, ve β -karoten gibi antioksidanlara da başvurulabilir, ancak doğrudan vitamin ve antioksidan takviyesinin olumsuz etkiler de doğuracağı bilindiğinden sporcular için bu takviyelerin alımı önerilmez. Serbest formdaki vitaminler toksik etkilere sahip olabilir. Bu nedenle sporcular, saf halde antioksidan takviyesi bileşikleri almak yerine artan meyve ve sebze tüketiminden antioksidan bileşiklerin karmaşık karışımlarını elde etmelidir (Clark ve Mach, 2016).

Egzersiz yapan bireylerde, düzenli probiyotik tüketiminin, bağırsak mikrobiyotasını ve yapısını değiştirebileceği ve böylece bağışıklık fonksiyonlarını etkileyebileceği bildirilmiştir. Ayrıca bağırsak epitel hücrelerinin çoğalması, işlevi ve koruması ile ilgili olumlu etkilerinin olduğu da bildirilmiştir. Egzersizli takiben probiyotik kullanımı ile birlikte probiyotiklerin koruyucu etki yaptığı ile ilgili bilgiler de mevcuttur (Clark ve Mach, 2016; Boisseau ve ark., 2022). Örneğin; probiyotik yoğurt tüketimi ile birlikte, yüzme yarışından sonra solunum yolu enfeksiyonlarının atak sayısında ve bazı belirtilerinin süresinde azalma olduğu gözlenmiştir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Yoğun egzersiz sırasında probiyotik tüketiminin aşırı oksidatif stresi nötralize eden antioksidan enzim seviyesini artırması muhtemel bulunmuştur. *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* gibi probiyotiklerin tüketimi atletik egzersiz performansını da arttırabilir (Hsu ve ark., 2015). Fiziksel aktivite ile birlikte verilen probiyotik takviyesinin yararlı mikroorganizma yükünü ve çeşidini arttırdığına yönelik bulgular vardır. Örneğin, bisikletçilere verilen *L. fermentum* takviyesinden sonra *Lactobacillus* cinsinde 7 kat artış tespit edilmiştir (Boisseau ve ark., 2022).

Sporcular düzenli, yoğun ve uzun süreli egzersiz rutinlerinin ardından çoklu stres koşullarına maruz kalırlar ve protein sentezini teşvik etmek için yeterli bir protein alımına ihtiyaç duyarlar. Proteinler, özellikle antrenman seansını ve yarışmaların yoğunluğunu ve süresini arttırırlar. Esansiyel amino asitlerin işlevinin tam olarak gerçekleşebilmesi için egzersizden önce ve sonra ve hatta gün boyunca düzenli olarak tüketilmeleri gerekir. Dengeli protein alımı sadece atletik performansı değil aynı zamanda bağırsak sağlığını da desteklemektedir. Ancak uzun süreli protein takviyesinin sporcuların bağırsak mikrobiyotasına zarar verebileceği sonucuna varılmıştır. Özellikle de sağlığı olumlu anlamda geliştiren bakterilerde (*Roseburia*, *Blautia* ve *Bifidobacterium longum*) bir azalma gözlenmiştir. Glutamin, spor beslenmesinde yaygın olarak

kullanılmaktadır; özellikle, takviyesinin kas glikojen sentezini arttırdığı, egzersizin neden olduğu amonyak birikimini azalttığı ve kas hasarı belirteçlerini azalttığı görülmektedir. İnsanlarda glutamin takviyesinin, anti-inflamatuar etkileri olan daha sağlıklı bir mikrobiyota kompozisyonunu destekleyebileceği bildirilmiştir. Bikarbonat bakımından zengin maden suyu tüketimi, performansı artırmak için bir spor takviyesi olarak kullanılır. Bikarbonat bakımından zengin maden suyu tüketiminin mikrobiyotanın yeniden şekillenmesini destekleyerek yağsız indüklenbilir bakterileri (*Christensenellaceae* ve *Dehalobacteriaceae*) artırabileceği bildirilmiştir. Omega 3 ve çoklu doymamış yağ asitleri egzersiz sonrası anti-inflamatuar etkiler gösterebilir ve epitelyal bariyer fonksiyonunu iyileştirerek bağırsak bütünlüğünü etkileyebilir. Ayrıca *Bifidobacterium*, *Lachnospira*, *Roseburia* ve *Lactobacillus* ve diğer bütirat üreten bakteri cinslerinin yoğunluğunu arttırabilir. Karbonhidratlı sporcu içeceklerinin, bağırsak emilimine, formülasyona ve/veya belirli bileşenlerin birlikte varlığına bağlı olarak bağırsak rahatsızlığını arttırabileceği bildirilmiştir. Karnitin, bağırsak mikrobiyotasının lif fermentasyonunu destekler. Bugüne kadar kafein birçok popüler spor takviyesinde öne çıkan bir bileşen olmasına rağmen, mikrobiyota bileşimi üzerinde herhangi bir önemli etki yaratıp yaratmayacağını belirlemek henüz mümkün olmamıştır (Zeppa ve ark., 2020).

Sonuç

Bağırsak mikrobiyotası üzerinde birçok faktör etkili olmakla birlikte bunlardan en önemlisi beslenme biçimidir. Sağlıksız ve hatalı beslenme, bağırsak mikrobiyotasını olumsuz yönde etkilemekte ve birçok sağlık probleminin oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir. İdeal bir bağırsak mikrobiyotasına sahip olabilmek için sağlıklı beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzının geliştirilmesi gerekir. Yakın zamanda tıpkı beslenme gibi fiziksel aktivitelerin de bağırsak mikrobiyotası üzerinde etki potansiyelinin olduğu bildirilmiştir. Uzun ve yorucu olmayan düzenli fiziksel aktivitelerin mikrobiyotayı desteklediğine dair sınırlı da olsa çalışmalar mevcuttur. Ancak, besin tüketimi, fiziksel aktivite ve mikrobiyota ilişkisinin sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen daha fazla deneysel araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Araştırma niteliği bakımından veri içermemektedir.

Finansal destek: Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alves, C.N. (2016). Microbiota-based nutrition plans. *Nature Reviews Microbiology*, 14(1), 1.

<https://doi.org/10.1038/nrmicro.2015.10>

Aya, V., Florez, A., Perez, L., Ramirez, J.D. (2021). Association between physical activity and changes in intestinal microbiota composition: A systematic review. *Plos One*, 16(2), e0247039.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247039>

Aydın, N., Bağrıaçık, E. (2021). Covid-19 tedavisinde mikrobiyotanın önemi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 2(1), 65-75.

<https://doi.org/10.54247/SOYD.2021.20>

Aziz Q., Dore J., Emmanuel A., Guarners F., Quigley, E.M.M. (2013). Gut microbiota and gastrointestinal health: current concepts and future directions. *Neurogastroenterol Motil*, 25, 4-15.

<https://doi.org/10.1111/nmo.12046>

Barrea, L., Muscogiuri, G., Toral, E.F., Laudisio, D., Pugliese, G., Castellucci, B., Velasquez, E.G., Savastano, S., Colao, A. (2021). Nutrition and immune system: from the Mediterranean diet to dietary supplementary through the microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(18), 3066-3090.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1792826>

Bayram, H.M., Öztürkcan, S.A. (2020). Gıda katkı maddelerinin mikrobiyota üzerine etkisi. *Gıda*, 45(5), 1030-1046.

<https://doi.org/10.15237/gida.GD20070>

Biesalski, H.K. (2016). Nutrition meets the microbiome: micronutrients and the microbiota. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1372, 53-64.

<https://doi.org/10.1111/nyas.13145>

Boisseau, N., Barnich, N., Ramonatxo, C.K. (2022). The nutrition-microbiota physical activity triad: An inspiring new concept for health and sports performance. *Nutrients*, 14(924), 1-25.

<https://doi.org/10.3390/nu14050924>

Cassotta, M., Hernández, T.Y.F., Iglesias, R.C., Ruiz, R., Zabaleta, M.E., Giampieri, F., Battino, M. (2020). Links between nutrition, infectious diseases, and microbiota: emerging technologies and opportunities for human-focused research. *Nutrients*, 12(1827), 1-28.

<https://doi.org/10.3390/nu12061827>

Cella, V., Bimonte, V.M., Sabato, C., Paoli, A., Baldari, C., Campanella, M., Lenzi, A., Ferretti, E., Migliaccio, S. (2021). Nutrition and physical activity-induced changes in gut microbiota: possible implications for human health and athletic performance. *Foods*, 10(3075), 1-24.

<https://doi.org/10.3390/foods10123075>

Clark, A., Mach, N. (2017). The Crosstalk between the gut microbiota and mitochondria during exercise. *Frontiers in Physiology*, 8(319), 1-17.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00319>

Çatak, J., Demirci, A., Yaman, M. 2021(a). Besin alerjileri ve mikrobiyota. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 902-910.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.932606>

Çatak, J., Yıldırım, Servi, E., Memiş, N. 2021(b). Obezite ve mikrobiyota etkileşimlerine genel bakış. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 275-291.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.935513>

Ercolini, D., Fogliano, V. (2018). Food design to feed the human gut microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 3754-3758.

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00456>

Ersoy, N., Ersoy, G. (2019). Barsak mikrobiyotası ve dayanıklılık egzersizleri. *Journal of Health Science and Profession*, 6(1), 170-178.

<https://doi.org/10.17681/hsp.388229>

Fava, F., Gitau, R., Griffin, B., Gibson, G., Tuohy, K., Lovegrove, J. (2013). The type and quantity of dietary fat and carbohydrate alter faecal microbiome and short-chain fatty

acid excretion in a metabolic syndrome ‘at-risk’ population. *International Journal of Obesity*, 37(2), 216-223.

<https://doi.org/10.1038/ijo.2012.33>

Fiers, W.D., Leonardi, I., Iliev, I.D. (2020). From birth and throughout life: Fungal microbiota in nutrition and metabolic health. *Annual Review of Nutrition*, 40(16), 1-21.

<https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-013120-043659>

Flint, H.J., Scott, K.P., Louis, P., Duncan, S.H. (2012). The role of the gut microbiota in nutrition and health. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 9, 577-589.

<https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.156>

Gigante, G., Tortora, A., Ianiro, G., Ojetti, V., Purchiaroni, F., Campanale, M., Cesario, V., Scarpellini, E., Gasbarrini, A. (2011). Role of gut microbiota in food tolerance and allergies. *Digestive Diseases*, 29, 540-549.

<https://doi.org/10.1159/000332977>

He, X., Marco, M.L., Slupsky, C.M. (2013). Emerging aspects of food and nutrition on gut microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(40), 9559-9574.

<https://doi.org/10.1021/jf4029046>

Hsu, Y.J., Chiu, C.C., Li, Y.P., Huang, W.C., Huang, Y.T., Huang, C.C., Chuang, H.L. (2015). Effect of intestinal microbiota on exercise performance in mice. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 552-558.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000644>

Karatay, E. (2019). Microbiota, probiotic and prebiotics. *Anatolian Current Medical Journal*, 1(3), 68-71.

<https://doi.org/10.38053/agt.529392>

Kılıç, Ü., Altındış, M. (2017). Antibiyotik kullanımı ve mikrobiyota. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1(Special Issue), 39-43.

Kılınç, G.E., Uçar, A. (2022). Farklı beslenme şekilleri ve intestinal mikrobiyota. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 12(1), 164-170.

<https://doi.org/10.33631/sabd.1055528>

Koçak, T., Şanlıer, N. (2017). Mikrobesein öğeleri ve mikrobiyota etkileşimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 290-302.

Kurtaran, B. (2021). Microbiome and microbiota. *Ege Journal of Medicine*, 60(Ek Sayı), 88-93.

<https://doi.org/10.19161/etd.863679>

Mach, N., Botella, D.F. (2017). Endurance exercise and gut microbiota: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 6, 179-197.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.001>

Mancin, L., Rollo, I., Mota, J.F., Piccini, F., Carletti, M., Susto, G.A., Valle, G., Paoli, A. (2021). Optimizing microbiota profiles for athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 49(1), 42-49.

<https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000236>

Mohr, A.E., Jäger, R., Carpenter, K.C., Kerksick, C.M., Purpura, M., Townsend, J.R., West, N.P., Black, K., Gleeson, M., Pyne, D.B., Wells, S.D., Arent, S.M., Kreider, R.B., Campbell, B.I., Bannock, L., Scheiman, J., Wissent, C.J., Pane, M., Kalman, D.S., Pugh, J.N., Ortega-Santos, C.P., Haar, J.A., Arciero, P.J., Antonio, J. (2020). The athletic gut microbiota. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(24), 1-33.

<https://doi.org/10.1186/s12970-020-00353-w>

O'Connor, E.M. (2013). The role of gut microbiota in nutritional status. *Current Opinion Review*, 16(5), 509-516.

<https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e3283638eb3>

O'Sullivan, O., Cronin, O., Clarke, S.F., Murphy, E.F., Molloy, M.G., Shanahan, F., Cotter, P.D. (2015). Exercise and the microbiota. *Gut Microbes*, 6(2), 131-136.

<https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1011875>

Özdemir, A., Büyüktuncer, Demirel, Z. (2017). Beslenme ve mikrobiyotaya ilişkisi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1(Special issue), 25-33.

Özsoy, S. (2019). Polifenoller, mikrobiyotaya ve diyabet. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(Özel Sayı), 102-109.

<https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1321>

Tekin, T., Çiçek, B., Konyalgi, N. (2018). İntestinal mikrobiyotaya ve obezite ilişkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 27, 95-99.

Valdes, A.M., Walter, J., Segal, E., Spector, T.D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *Science and Politics of Nutrition*, 361(1), 36-44.

<https://doi.org/10.1136/bmj.k2179>

Vela, J.A., Urra, P.S., Ruiz-Ojeda, F.J., Álvarez-Mercado, A.I., Arancibia, J.O., Diaz, J.P. (2021). Impact of exercise on gut microbiota in obesity. *Nutrients Review*, 13, 999.

<https://doi.org/10.3390/nu13113999>

Vernocchi, P., Del Chierico, F., Putignani, L. (2020). Gut microbiota metabolism and interaction with food components. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 3688.

<https://doi.org/10.3390/ijms21103688>

Wu, Y., Wan, J., Choe, U., Pham, Q., Schoene, N.W., He, Q., Li, B., Yu, L., Wang, T.T.Y. (2019). Interactions between food and gut microbiota: Impact on human health. *Annual Review of Food Science and Technology*, 10, 389-408.

<https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121303>

Zeppa, D.S., Agostini, D., Gervasi, M., Annibalini, G., Amatori, S., Ferrini, F., Sisti, D., Piccoli, G., Barbieri, E., Sestili, P., Stocchi, V. (2020). Mutual interactions among exercise, sport supplements and microbiota. *Nutrients Review*, 12(17), 1-33.

<https://doi.org/10.3390/nu12010017>

Zhang, N.M.D., Ju, Z.B.D., Zuo, T.P.D. (2018). Time for food: The impact of diet on gut microbiota and human health. *Nutrition*, 51(52), 80-85.

<https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.12.005>

Sporcu beslenmesinde sürdürülebilirlik

Gülsena AKAY¹, Abdullah ÖKSÜZ²

Cite this article as:

Akay, G., Öksüz, A. (2024). Sporcu beslenmesinde sürdürülebilirlik. *Food and Health*, 10(2), 169-177. <https://doi.org/10.3153/FH24016>

¹ Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Konya, Türkiye

² Necmettin Erbakan Üniversitesi Neza-hat Keleşoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Konya, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

G.A. 0000-0002-5439-9550

A.Ö. 0000-0001-8778-9320

Submitted: 14.09.2023

Revision requested: 04.12.2023

Last revision received: 02.01.2024

Accepted: 05.01.2024

Published online: 02.04.2024

Correspondence:

Abdullah ÖKSÜZ

E-mail: aoksuz@erbakan.edu.tr



© 2024 The Author(s)

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

ÖZ

Sürdürülebilir beslenme modelinde, besin ve beslenme güvencesinin sağlanması ile çevresel etkilerin azaltılması amaçlanmaktadır. Besinlerin çevre üzerinde etkileri bulunmaktadır. Bu çevresel etkilerin başlıcaları sera gazı salınımı, su ayak izi ve tarımsal arazi kullanımıdır. Bu durum iklim değişikliğini etkilemesi bakımından önemlidir. Hayvansal kaynaklı besinlerin çevresel etkileri bitkisel besinlere göre daha fazladır. Proteinler sporcularda kas gelişimi ve kas onarımındaki etkilerinden dolayı önemli bir besin ögesi olarak tanımlanır. Sporcular sedanter bireylere göre daha fazla enerji ve protein gereksinimine sahiptir. Hayvansal kaynaklı besinler bitkisel kaynaklı besinlere göre daha yüksek miktarda ve daha kaliteli protein içermektedir. Bu sebeple sporcuların uyguladıkları beslenme modellerinin yüksek çevresel etki oluşturma potansiyeli bulunmaktadır. Sporcuların hem bitkisel kaynaklı hem de hayvansal kaynaklı besinlerle beslenmelerini çeşitlendirmeleri sağlık ve optimal spor performansı için olumlu etki göstermektedir. Mevcut sürdürülebilir olmayan beslenme sistemleri, yenilebilir böcekler, yenilebilir algler ve sentetik et alternatif protein kaynaklarını gündeme getirmiştir. Sporcuların katıldıkları organizasyonlardaki beslenme hizmetleri de sürdürülebilirlik uygulamalarını içermelidir. Bu çalışmada, sürdürülebilirliğin sporcu beslenmesi özelinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Besin, Çevre, Diyet, Sporcu, Sürdürülebilir, Beslenme

ABSTRACT

Sustainability in athlete nutrition

A sustainable nutrition model it is aimed to reduce environmental impact by ensuring food and nutrition security. Foods have effects on the environment. The main environmental impacts are greenhouse gas emissions, water footprint and agricultural land use. This is important in terms of affecting climate change. The environmental effects of foods of animal based are greater than those of plant based. Proteins are defined as an important nutrient in athletes due to their effects on muscle development and muscle repair. Athletes have more energy and protein requirements than sedentary individuals. Foods of animal origin contain higher amounts and better quality protein than foods of plant origin. For this reason, the nutritional models applied by the athletes have the potential to create a high environmental impact. Athletes diversification of their diet with both plant based and animal based foods a positive effect on health and optimal sports performance. Current unsustainable nutritional systems have introduced alternative protein sources such as edible insects, edible algae and synthetic meat. Nutrition services in the organizations that athletes participate in should also include sustainability practices. This study aimed to evaluate sustainability specifically in sports nutrition.

Keywords: Athletes, Diet, Food, Environment, Sustainability, Nutrition

Giriş

Sürdürülebilir beslenme, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından “Şimdiki ve gelecek nesillerde sağlıklı bir yaşam için besin ve beslenme güvencesine katkıda bulunan düşük çevresel etkilere sahip, biyolojik çeşitliliğe ve ekosisteme karşı koruyucu, saygılı, kültürel olarak kabul edilebilir, ulaşılabilir, ekonomik açıdan uygun ve satın alınabilir; beslenme açısından yeterli, güvenli, sağlıklı; doğal ve insan kaynaklarını en iyi şekilde kullanan diyetler” olarak tanımlanmıştır (Gamboni ve ark., 2012).

Sürdürülebilir bir beslenme sera gazı salınımı, su kullanımı, arazi kullanımı bakımından çevresel duyarlılığa sahiptir. Toplum beslenmesinde sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme modeli enerji içeriği yoğun işlenmiş paketli besin ile hayvansal besin tüketimini en aza indirir. Daha fazla bitkisel besin tüketimi ile bireylerde günlük enerji gereksinimlerini aşmamayı sağlar (Akay ve Demir, 2020).

Mevcut beslenme sistemlerinin sürdürülebilir nitelikte olmayışı sebebiyle toplumun tüm gruplarında değişime ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde sürdürülebilir beslenme ve spor ilişkisi; sporcuların beslenme modelleri, yüksek ve iyi kaliteli olan hayvansal protein tüketimleri, paketli yiyecek ile şişe içecek tercihleri, besin israfı, sık seyahatleri gibi konular ile literatüre dahil olmaktadır (Meyer ve ark., 2020; Lynch ve ark., 2018; Meyer ve Reguant-Closa, 2017). Sporcular sağlık ve/veya performans iyileştirmeye yönelik olarak besin seçimleri yaparken çevre bilincinin ihmal edilmemesi önemlidir (Meyer ve Reguant-Closa, 2017). Bu çalışmada sporcu beslenmesinde sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi ve sporcu beslenmesindeki öneminin ortaya konması amaçlanmıştır.

Sürdürülebilir Beslenme

Sürdürülebilir bir beslenme hem şimdiki hem de gelecek nesillerde besin ve beslenme güvencesini sağlayıp sınırlı çevresel kaynakları koruyucu olmalıdır (Akay ve Demir, 2020).

Besinlerin çevre ve iklim değişikliği üzerinde etkileri bulunmaktadır. Besinin üretimi, işlenmesi, muhafazası, taşınması, dağıtımı ve atıklarında dahil olduğu yaşam döngüsünün her adımında oluşan sera gazı karbon ayak izi kavramını oluşturmaktadır (Leal Filho ve ark., 2022). Su ayak izi ise üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda gerekli doğrudan ve dolaylı ihtiyaç duyulan ya da kullanılan su miktarıdır (Hoekstra, 2017).

Hayvansal kaynaklı besinlerin çevre üzerindeki etkileri bitkisel kaynaklı besinlerden daha yüksektir. Hayvancılık faali-

yetlerinin çevresel etkileri enterik fermantasyon ve gübre yönetiminden kaynaklanmaktadır. Tarımsal faaliyetler, üretilen mahsulün çeşitliliği, kullanılan su kaynağı, sulama şekli, kullanılan gübreler ve/veya ilaçlar ile sürdürülebilirliği etkilemektedir. Bunun yanı sıra tarımsal faaliyetler, artan sıcaklıklar, düzensiz yağışlar ve artan atmosferik karbondioksit seviyelerinden de olumsuz etkilenmektedir. Besin işleme tesisleri, yüksek sera gazı üretimi, doğal kaynak kullanımı gibi nedenlerle çevre üzerinde etki oluşturmaktadır. Besin muhafazasında soğuk zincirin korunması besin güvenliği için önemlidir. Düşük karbon emisyonlu soğutma sistemi türlerinin kullanılması, çevre ve sağlığın sürdürülebilirliğini destekler. Besinin üretim ve tüketim yeri arasındaki mesafe ile tüketiciye besinin ulaşma yöntemi de besinin çevresel maliyetini etkilemektedir. Besin israfının azaltılması da sürdürülebilir beslenme stratejilerinde önemlidir (Leal Filho ve ark., 2022). Besin israfı, küresel sera gazı emisyonlarının %8’ini oluşturmaktadır. İsraf edilen besinlerin yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarını tüketim miktarı ise 250 km³tür. Üretilen ancak tüketilmeyen besinlerin dünyadaki tarım arazilerinin yaklaşık %30’unu temsil ettiği bildirilmektedir (FAO, 2013).

Sporcuların Besin Seçimlerinde Sürdürülebilirlik

Sporun rekabetçi talepleri göz önüne alındığında, sporcularda besin seçimlerindeki öncelik performansı arttırmaya odaklanmaktadır. Sporcularda besin seçiminde etkili olan başlıca faktörler; tat, ulaşılabilirlik, fiyat, kültürel ve/veya dini inançlar, besin güvenliği, yiyecek hazırlama becerisi, beden imajı ve beslenme bilgisidir (Birkenhead ve Slater, 2015; Oliveira, 2021). Beslenme bilgisinin kaynağı diyetisyen olan sporcularda besin seçiminde en çok dikkat edilen unsurun besinin besleyici özellikleri olduğu bildirilmiştir (Thurecht ve ark., 2022).

Sporcular toplum için rol modellerdir. Genellikle iyi sportmenlik değerleri ile temsil edilirler. Sporcular yüksek enerji gereksinimi, paketlenmiş besinler ile şişeli içeceklerin kullanımını ve yoğun seyahat programları nedeniyle sürdürülebilirlik uygulamaları için önemli bir gruptur (Meyer ve Reguant-Closa, 2017). Literatürde sporcuların besin seçimlerinde sürdürülebilirliğin incelendiği araştırmalar sınırlıdır. Nuszbaum ve ark. (2021) Almanya’da ve İsveç’te farklı spor tesislerindeki 18-40 yaş aralığında 367 sporcu ile yaptıkları çalışmalarında besin seçimlerini sürdürülebilirlik, performans, fiyat, kolaylık, bilinirlik, bulunabilirlik, ağırlık kontrolü, doğal içerik, sağlık, besin özellikleri ve duyuşal olarak hoş gitmek

maddeleriyle değerlendirmişlerdir. Katılımcılar önem sıralamasında, performans faktörü ile ilgili maddeleri sürdürülebilirlikle ilgili maddelerden daha önemli olarak değerlendirmiştir. Çalışmada koşuda aktif olan katılımcıların sürdürülebilirlik ile ilgili maddelere verdikleri önemin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumun doğa sporları ile çevre bilinci arasında bir bağlantıdan kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Nuszbaum ve ark., 2021). Carey ve ark. (2023) 18-64 yaş arasında %73'ü profesyonel olan toplam 405 sporcu ile yaptıkları çalışmada, sporcuların besin tercihinde ilk amaçlarının artmış kas toparlanması olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, besin profili, tat, ulaşılabilirlik, tüketim kolaylığı, fiyat ve sürdürülebilirlik maddelerinin değerlendirilmesinde sporcuların en çok önem verdiği madde besin profili olup en az önem verilen madde sürdürülebilirliktir (Carey ve ark., 2023). Sporcuların besin seçimlerinde sürdürülebilirlik unsuruna verdiği önemin artırılması gerekmektedir.

Sporcularda Protein Gereksinimi ve Protein Kaynakları

Proteinler, sporcularda yapı birimi olan amino asitler ile yoğun antrenman sonrasında kas kütlesi ve bağ dokusunun, sentezinin desteklenmesi, yıkımının azalması ile onarımının sağlanmasında rol alan bir besin ögesidir (Jäger ve ark., 2017; Phillips ve van Loon, 2011). Sporcular yalnızca sedanter bireylere göre değil, normal bir fiziksel aktiviteye sahip, ya da düzenli egzersizi orta düzeyde yapan bireylere göre daha fazla enerji ve protein gereksinimine sahiptirler (Wollmar ve ark., 2022; Phillips ve van Loon, 2011). Sporcu olmayan bireylerde günlük 0.8 g/kg protein alımı yeterli olabilmektedir (Jäger ve ark., 2017). Fakat sporcularda kas kütlesinin artırılması ve korunması için enerji ve protein gereksinimleri yüksek olup 1.4-2.0 g/kg/gün protein alımı gerekmektedir (Jäger ve ark., 2017). Dayanıklılık sporcuları için önerilen protein alımı yaklaşık 1.2-2.0 g/kg/gün olacak şekildedir (Vitale ve Getzin, 2019). Direnç antrenmanında yağsız vücut kütlesini korumak için bu gereksinim 2.3-3.1 g/kg/gün olarak önerilmektedir (Jäger ve ark., 2017). Sporcularda yüksek besin alımı, özellikle protein kaynakları göz önüne alındığında, sera gazı emisyonlarını arttırabileceği düşünülmektedir (Wollmar ve ark., 2022).

Sporcuların protein fonksiyonlarını sürdürebilmeleri için tüm esansiyel aminoasitleri yeterli miktarda tüketmeleri önemlidir (Ersoy ve Eskici, 2021). Et, süt ve yumurta gibi hayvansal protein kaynakları, yüksek esansiyel amino asitleri içermesi ve yüksek biyoyararlanıma sahip olmaları nedeniyle iyi kaliteli protein kaynakları olarak bilinmektedir (Berrazaga ve ark., 2019). Ancak hayvansal kaynaklı besinler bitkisel kaynaklı besinlere göre daha fazla sera gazı emisyonlarına, su

ayak izine ve tarımsal arazi kullanımına neden olmaktadır (Macdiarmid ve ark., 2012; Mekonnen ve Hoekstra, 2012; Sranacharoenpong ve ark., 2015). Besin seçimlerinde başta et tüketimi olmak üzere hayvansal kaynaklı besinlerin azaltılması beslenme ile ilişkili çevresel etkilerin azaltılmasında ana strateji olarak bildirilmektedir (Lynch ve ark., 2018).

Sporcular hayvansal ve/veya bitkisel protein tüketimlerinde esansiyel amino asitlerin tümünün tüketimi beslenmede çeşitliliğin sağlanması ile mümkündür (Ersoy ve Eskici, 2021). Bitkisel besinlerdeki proteinlerin kalitesi, farklı aminoasit içeriklerine sahip tamamlayıcı besinlerle birleştirilmesiyle artmaktadır. Tamamlayıcı proteinler; aminoasit çeşitleri, birinde eksik olan temel aminoasitleri diğeri tarafından sağlanacak şekilde birbirini tamamlayan iki veya daha fazla diyet proteinleridir. Tamamlayıcı protein içeriği olan besinin kalitesi, her iki diğeri besinden de daha yüksektir. Kepekli tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar ile sebzeler gibi bitkisel besinler bir bireyin gereksinimi olan tüm aminoasitleri içerebilir (Whitney ve Rolfes, 2022). Düşük düzeyde lizin içeriği ile orta derece protein kaynağı olan tahılların kuru baklagiller, yağlı tohumlar ile tüketimi protein kalitesini arttırmaktadır. Kuru fasulye ve pirinç pilavı, badem ezmesi ve buğday ekmeği sporcu menülerine alternatif önerilerdir (Ersoy ve Eskici, 2021). Bunun yanı sıra kuru baklagiller çevre koşullarına dayanıklı olup azot düzenleyici özellikleri ile toprak verimliliğini iyileştirmeleri sebebiyle de düşük karbon izine sahiptirler. Bu sebeple iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada katkıda bulunarak sürdürülebilir tarımı desteklerler (Javaloyes, 2016). Kuru baklagillerin hazırlanmasında ıslatma, fermentasyon, çimlendirme gibi tekniklerin kullanılması ile tüketilecek öğünün zamanlaması sporcularda olası gaz, karın ağrısı gibi gastrointestinal problemlerin önlenmesi için önemlidir (Lynch ve ark., 2018; Ersoy ve Eskici, 2021). Ancak sadece meyve ve sebze temelli bir beslenme modeli protein miktar ve kalitesinde eksikliğe neden olabilir (Whitney ve Rolfes, 2022). Bitkisel proteinlerin anabolik özelliklerini arttırmak için çeşitli stratejiler uygulanmalıdır. Bunlar; bitki bazlı protein kaynaklarının metiyonin, sistein, lizin ve/veya lösin amino asitleri ile güçlendirilmesi; amino asit profillerini geliştirmek için bitki kaynaklarının seçici olarak yetiştirilmesi; daha fazla miktarda bitki bazlı protein kaynağı tüketimi; daha dengeli bir amino asit profili sağlamak için birden fazla protein kaynağının alınmasıdır (van Vliet ve ark., 2015).

Bitki bazlı et alternatifleri hayvan etlerinin duyuşal özelliklerini taklit ederek sürdürülebilir bir alternatif olarak tanımlanmaktadır. Başlıca bilinen ilk örnekleri Asya'da yüzyıllardır tüketilmekte olan soya bazlı tofu ve tempeh'dir. Daha sonra teknolojik yöntemlerle duyuşal özelliklerin daha geliştirildiği ekstrakte bezelye ve yulaf proteinlerinden et benzeri işlenmiş

besinler üretilmiştir. Bu ürünlerin tüketiminde gıda neofobisi, sosyal normlar, et tüketiminin hedonik keyfi, bitki bazlı etlerin doğal olmadığı gibi durumlar engel oluşturabilmektedir (Jahn ve ark., 2021). Gorissen ve ark. (2018) bitki bazlı proteinlerin ortalama esansiyel amino asit içeriğinin, hayvan bazlı proteinlerden daha düşük olduğunu bildirmiştir. Çalışmada bitki bazlı proteinler arasında soya, kahverengi pirinç, bezelye, mısır ve patatesin daha yüksek bir esansiyel amino asit içeriğinin olup Dünya Sağlık Örgütü ile Gıda ve Tarım Örgütü önerilerini karşıladığını saptamıştır. Ancak bitki bazlı kaynakların lösin, lizin ve metiyonin içeriklerinin düşük olması daha düşük anabolik kapasite ile ilişkilendirilebilmektedir. Çeşitli bitki bazlı protein kaynaklarının kombinasyonları veya hayvan ve bitki bazlı proteinlerin karışımları, protein gereksinimlerinin karşılamak ile kas kütlelerinin korunumunu sağlamasında sürdürülebilir bir uygulama olarak değerlendirilmektedir (Gorissen ve ark., 2018).

Sporcularda Alternatif Protein Kaynakları

Sürdürülebilir bir beslenme stratejisi olarak düşük çevresel etkiye sahip protein seçeneği olarak tüketilebilecek yeni alternatif kaynaklar arayışı gündeme gelmiştir. Literatürde alternatif protein kaynakları arasında yenilebilir böcekler, yenilebilir alg türleri ve biyoteknolojik yöntemler kullanılarak üretilen sentetik et bulunmaktadır (FAO, 2023; Torres-Tiji ve ark., 2020; Kumar ve ark., 2021).

Başta Asya olmak üzere, Afrika ve Latin Amerika'nın bazı bölgelerinde beslenme kültüründe böcekler yer almaktadır. Böceklerin çiftlik hayvanlarına göre daha düşük sera gazı üretmeleri, biyolojik atıklarla beslenebilmeleri, çiftlik hayvanlarından daha az su kullanımı gerektirmeleri ile böcek yetiştiriciliğinin geleneksel hayvancılığa göre daha az arazi kullanımını gerektirmesi çevresel faydalar sağlamaktadır. Böceklerin besin değerleri başkalaşım durumları, habitatları ve diyetlerinden etkilenmektedir. Genel olarak yüksek kalitede protein, lif, bakır, demir, manganez, fosfor, selenyum ve çinko içerirler. Böcekler bütün olarak tüketilebileceği gibi un halinde veya proteinlerinin ekstraktı olarak da tüketilebilmektedir (FAO, 2023). İtalya'da profesyonel sporcularda böcek proteini içeren protein barın kabul edilebilirliği ile ilgili yapılan bir çalışmada, iğrenme duygusu ve gıda neofobisi ile birlikte tatma isteğinin reddedildiği bildirilmiştir (Placentino ve ark., 2021). Literatürde böcek proteini tüketimi ile spor performansı ile ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır. Vangsoe ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada un kurdu, peynir altı suyu ve soya protein izolatlarını (25 g) karşılaştırmışlardır. Kandaki esansiyel amino asit, dallı zincirli amino asit ve lösin konsantrasyonlarındaki en çok artışın peynir altı su-

yunda olup böcek ve soya proteinindeki artışların benzer olduğunu bildirmişlerdir. Hermans ve ark. (2021) 30 g un kurdu proteini izolatu ve 30 g süt proteininin ergojenik etkilerinin karşılaştırdığı çalışmalarında her iki durumda da kas sentezinin arttığı ve gruplar arasında anlamlı fark olmadığını saptamışlardır.

Mikro algler, birim alan başına yüksek biyokütle verimi, içilebilir olmayan tuzlu su kullanılarak tarıma elverişli olmayan arazide yetiştirilebilir gibi özelliklerle sahip olup büyük ölçekli sürdürülebilir üretimi desteklemektedir. Besin bileşimi, alg türleri arasında farklılıklar göstermekte olup aynı tür içinde ise ortam bileşimi, sıcaklık, ışığa bağlı olarak değişebilmektedir. Algler iyi kalitede protein (*Arthrospira platensis* gibi türlerin biyokütlelerinin %70'ine kadar), yağ (*Phaeodactylum tricorutum* toplam yağ asitlerinin %30 ila %40'ını eikosapentaenoik asit olarak ve *Schizochytrium sp.* toplam lipidlerinin yaklaşık %50'sini dokosaheksaenoik asit olarak), antioksidan vitamin ve mineraller içermektedir (Torres-Tiji ve ark., 2020). Spor ve egzersiz ilişkisi ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde; Lu ve ark. (2006) *Spirulina platensis*'in koşu sonrasında iskelet kası hasarını önleyebileceğini ve egzersiz sonrası yorgunluğunu geciktirebileceğini bildirmiştir. Bisiklet sporcuları ile yapılan bir çalışmada, 21 gün boyunca randomize şekilde günde 6 g spirulina tüketiminin hemoglobin konsantrasyonunu arttırdığı, laktat ve kalp atış hızını düşürdüğü, submaksimal dayanıklılığı ise arttırdığı bildirilmiştir (Gurney ve ark., 2021). Elit rugby sporcuları ile yapılan bir çalışmada ise yedi hafta boyunca günde 5,7 g *Spirulina platensis* tüketiminin vücut kompozisyonunu, sıçrama performansını, maksimum bacak kuvvetini ve aerobik kapasiteyi plasebodan (izoproteik ve kalorik) farklı şekilde etkilemediğini saptanmıştır (Chaouachi ve ark., 2021). Bunun yanında mikro alglerin bazı potansiyel sağlık tehlikeleri bulunmaktadır. Mikro alg türü, toksik ve alerjen bileşen durumu, yetiştirildiği su kütlelerinde bulunabilecek mikro kirleticiler önemlidir (Ferreira de Oliveira ve Bragotto, 2022). Mikro alg takviyesi kullanan bireylerde en sık bildirilen yan etkiler arasında; ishal, mide bulantısı, karn ağrısı ve deri döküntüsü bulunmaktadır (Rzymiski ve Jaśkiewicz, 2017).

Sporcularda Sürdürülebilir Beslenme Modelleri

Sağlık ve çevrenin sürdürülebilirliğini destekleyen başlıca sürdürülebilir beslenme modelleri arasında, Akdeniz tipi beslenme, gezegensel sağlık diyeti, çift piramit beslenme modeli, vejetaryen-vegan beslenme modelleri bulunmaktadır (Padilla ve ark., 2012; Willett ve ark., 2019; Ruini ve ark., 2016; Marlow ve ark., 2009). Beslenme sisteminin sürdürülebilirliğinde işlenmiş besin tercihinin sınırlandırılması, mevsimsel, yerel

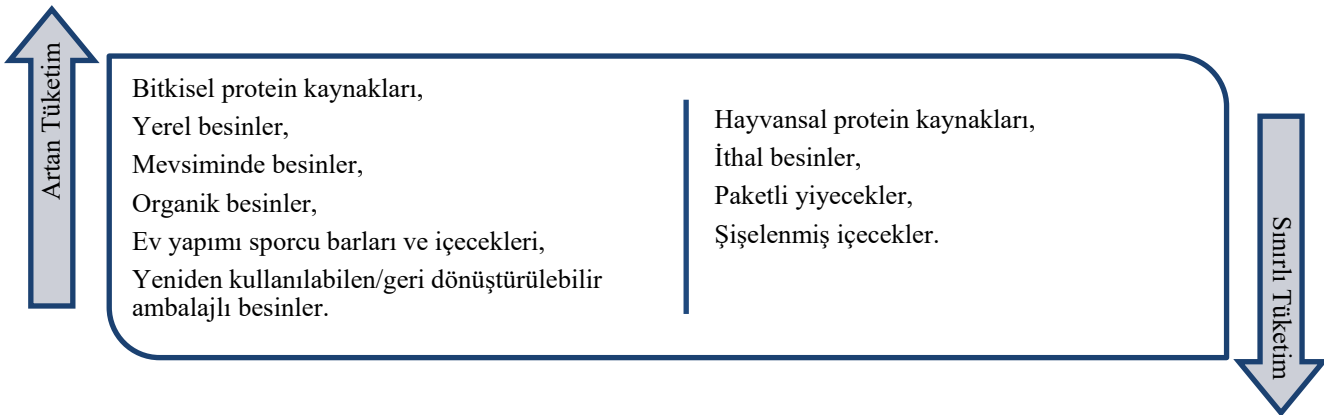
ve organik besinlerin tercih edilmesi önemlidir (Akay ve Demir, 2020).

Rio de Janeiro’da judo, yüzme, su topu ve artistik yüzme branşlarında adolesan sporcuların protein gereksinimlerinin karşılanmasında düşük karbonlu diyetlerin yeterliliği Amerikan Diyetisyenler Birliği (ADA) ve EAT-Lancet önerileri referans olarak kullanılarak değerlendirilmiştir. Karbon ayak izi ve su ayak izi için tüm grubun medyanı sırasıyla 4999 g CO₂ eşdeğeri/kişi/gün (1379–18668) ve 4943 litre/kişi/gün (1222–12829) dür. Sporcuların ortalama bitkisel protein miktarı vücut ağırlığına göre 0.34 g/kg, hayvansal protein ise 1,31 g/kg olarak saptanmıştır. Sporcuların %49.4’ü protein alımı ADA’nın öneri aralığındayken, %27.4’ü yüksek protein alımına sahip olarak bildirilmiştir. Baklagil tüketimi tüm sporcularda, balık tüketimi ise çoğu sporcuda EAT-Lancet referans diyetine göre önerilen düzeyin altındadır. Kırmızı et, süt ürünleri ve kümes hayvanlarının tüketimi, EAT-Lancet referans diyetine göre önerilenin üzerindedir. Çalışma sonucunda, düşük çevresel etkilere sahip bir beslenmenin adolesan sporcularda protein ihtiyacını karşılayabileceği bildirilmiştir (Franca ve ark. 2022).

İspanya’da yapılan bir vaka çalışmasında, ultra dayanıklılık koşusunda bir erkek atletin (34 yaşında, ağırlık: 78 kg ve boy: 173 cm), işlenmiş gıda kullanmadan ve plastik israf etmeden 24 saatten daha kısa sürede Everest Dağı’na ulaşması amaçlanmıştır. Sporcu, beslenme gereksinimlerini karşılamak için sadece özel olarak hazırlanmış ev yapımı ve organik yiyecekler tüketmiştir. Toplam enerji alımının %96’sı bitkisel kaynaklı besinlerden karşılanmıştır. Diyetin enerji içeriği 7580 kalori olup besin ögesi dağılımı; %65 karbonhidrat, %10 protein ve %25 yağ şeklindedir. Diyetle yer alan besinler; çığ ve kuru meyveler, sebzeler, taze tahıllı ekmek, ev yapımı patlıcan turşusu, fume morina balığı, ev yapımı yulafli barlar ve

bitter çikolatadır. İçecek desteğinde yer alan sıvılar; izotonik sporcu içeceği limon ve bal ile hipotonik sporcu içeceği ebeğümeci, limon ve bal ile kalorisiz içecek tarçın, zencefil ve limon ile sade su (limon ekleme seçeneği ile), kahve, çay ve ev yapımı sebze/kümes hayvanları suyudur. Diyetin özellikle C vitamini (1079 mg), E vitamini (57 mg) ve toplam polifenoller (1910 mg) olmak üzere yüksek bir antioksidan içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Sporcunun bu beslenme modeli ile koşuyu düşük çevresel etki ile 18 saatte tamamladığı bildirilmiştir (Garrido-Pastor ve ark., 2021).

Reguant-Closa ve ark. (2020) çalışmalarında beslenme eğitim aracı olarak kullanılan hafif, orta ve ağır yoğunluktaki antrenmanlara yönelik farklı sporcu tabağı modellerinin çevresel etkilerini değerlendirmişlerdir. Çevresel etkinin besin miktarıyla ilişkili olarak ağır antrenman tabak modelinde yüksek olduğunu saptamışlardır. Et içeren tabak modelinin (2.5 kg CO₂ eşdeğeri) ise et içermeyen tabak modelinden (1.6 kg CO₂ eşdeğeri) yüksek etkisi bulunmaktadır. Farklı et gruplarına göre ise sığır eti (3.6 kg CO₂ eşdeğeri) içeren tabağın çevresel etkisi domuz eti (2.9 kg CO₂ eşdeğeri) ve kümes hayvanı eti (2.2 kg CO₂ eşdeğeri) içeren modellere göre daha yüksek saptanmıştır. Tabak modellerinde diğer besin gruplarından, sebze ve baklagillerin ekotoksosite, balığın ötrofikasyon etkisi çevre ile ilişkisinin bulunduğu bildirilmektedir. Tabaklardaki toplam protein miktarının ve özellikle hayvansal protein miktarının tavsiye edilen alım miktarına düşürülmesi ve bitki bazlı öğünlerin planlanması önerilmektedir. Hafif ve orta yoğunluk antrenman tabak modelleri daha az yiyecek miktarına sahipken et içeriklerine göre çevresel etkilerini artırılabilir düşündürülmektedir. Çevreye duyarlı, sağlığı destekleyen ve optimal performansa yönelik sürdürülebilir tüketim önerileri Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Sporculara Yönelik Sürdürülebilir Beslenme Önerileri

Figure 1. Sustainable Nutrition Recommendations for Athletes

Spor Organizasyonlarında Sürdürülebilir Beslenme

Spor organizasyonları besin ve beslenmenin sürdürülebilirliği üzerinde etki oluşturabilir. Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), sürdürülebilir kalkınmanın teşvikinin Olimpiyat hareketinin temel hedeflerinden biri olarak kabul etmiştir. Sürdürülebilir kalkınmayı teşvik amacıyla sürdürülebilir beslenme konusunu Olimpiyat dünyasına dahil etmek için “2021 Olimpiyat Hareketi Gündemini” geliştirmiştir. Buna göre, herkesin yeterli ve sağlıklı gıdaya erişimini sağlamak için temel besin ve beslenme standartları desteklenmelidir (IOC, 2012).

Spor alanlarında güvenli, sağlıklı ve sürdürülebilir bir besin sistemi oluşturmak için beslenme hizmetinin tüm aşamalarını değerlendirmek önemlidir. Çevreye duyarlı sürdürülebilir bir beslenme hizmeti beş aşamadan oluşur: menü planlama, tedarik, hazırlık, hizmet ve atık yönetimi. Menü planlamada, vejetaryen ve vegan seçenekleri entegre edilmelidir. İsrafi azaltmak için menü çeşitliliği ve porsiyon boyutları düzenlenmelidir. Değişen mevsimsel ve yerel talebe uyum sağlamak için esnek tarifeler tasarlanmalıdır. Satın almada, sertifikalı organik ürünler, sertifikalı sürdürülebilir deniz ürünleri, antibiyotik kullanılmamış etler, yerel ve mevsimindeki ürünler, minimal/geri dönüştürülmüş ambalaja sahip ürünler tercih edilmelidir. Yemek hazırlık aşamasında, besin artıklarının takibi yapıp en aza indirmek amaçlanmalıdır. Ekipmanlar verimli kullanılıp enerji ve su tasarrufu sağlanmalıdır. Hizmet sunumunda yeniden kullanılabilir/ geri dönüştürülebilir/ kompostlanabilir gereçler kullanılmalıdır. Atık yönetimde kullanılmayan hazır yiyecekler bağışlanabilir, kompostlama yapılabilir, geri dönüşüm desteklenebilir (Russel ve Herhkowitz, 2015).

Paris 2024 Olimpiyatlarında dünyanın en büyük toplu beslenme hizmetlerinden biri olarak 13 milyondan fazla öğünün tüketilmesi beklenmektedir. Beslenme hizmetlerinde daha az CO₂ salınımı için daha çok bitkisel kaynaklı besin tercih edilmesi, Fransız menşei yerel ürünlerin kullanımı, 250 km uzaklıkta yetişen ürünlerin kullanımı, plastik tüketiminin yarıya düşürülmesi, besin israfının sınırlandırılması, geri dönüşümlü ekipmanların kullanılması gibi hedefler bildirilmektedir (Paris 2024, 2023).

Sonuç

Sürdürülebilir beslenme sadece sporcuların sorumluluğunda değildir. Sporcular, antrenörler, hizmet sağlayıcıların tümü besin ve çevrenin sürdürülebilirliğini etkilemektedir. Sporcu beslenmesi genellikle antrenman ve yarışmaya göre besin alınmasına, besin kalitesine ile zamanlamasına odaklanmaktadır.

Protein gereksiniminin sağlık ve optimal spor performansı için yeterli miktarda karşılanması sağlanmalıdır. Protein gereksiniminde bitkisel kaynaklara yer verilmesi sağlığın ve çevrenin sürdürülebilirliğini destekler. Sporcuların beslenme çantası alışkanlığı kazanmaları, hem yeterli ve dengeli beslenme uygulamalarını desteklerken, paketli besin tüketimlerini azaltabilir. Büyük bir spor organizasyonu olarak Olimpiyat oyunları sürdürülebilir beslenmeyi desteklemektedir. Sporcu olsun ya da olmasın, herkes sürdürülebilirlik okuryazarlığı eğitimi alıp tarladan sofraya besinin çevresel maliyetinin farkındalığına sahip olmalıdır.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Araştırma niteliği bakımından veri içermektedir.

Finansal destek: Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akay, G., Demir, L.S. (2020). Toplum beslenmesinde sürdürülebilirlik ve çevre. *Selcuk Medical Journal*, 36(3), 282–287.

<https://doi.org/10.30733/std.2020.01341>

Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., Walrand, S. (2019). The role of the anabolic properties of plant- versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: a critical review. *Nutrients*, 11(8), 1825.

<https://doi.org/10.3390/nu11081825>

Birkenhead, K.L., Slater, G. (2015). A review of factors influencing athletes' food choices. *Sports Medicine*, 45(11), 1511–1522.

<https://doi.org/10.1007/S40279-015-0372-1>

Carey, C.C., Doyle, L., Lucey, A. (2023). Nutritional priorities, practices and preferences of athletes and active individuals in the context of new product development in the sports nutrition sector. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5.

<https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1088979>

Chaouachi, M., Gautier, S., Carnot, Y., Bideau, N., Guillemot, P., ve ark. (2021). Spirulina platensis provides a small advantage in vertical jump and sprint performance but does not improve elite rugby players' body composition. *Journal of Dietary Supplements*, 18(6), 682–697.

<https://doi.org/10.1080/19390211.2020.1832639>

Ersoy, G., Eskici, G. (2021). *Spor Beslenmesi Pratik Uygulamalar*, Ankara Nobel Tıp Kitabevleri, ISBN: 978-605-7578-93-8.

FAO (2013). *Food wastage footprint: impacts on natural resources: summary report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN: 978-92-5-107752-8

FAO (2023). *Insects for food and feed*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<https://www.fao.org/edible-insects/en/>

(Erişim Tarihi:22.06.2023).

Ferreira de Oliveira, A.P., Bragotto, A.P.A. (2022). Microalgae-based products: food and public health. *Future Foods*, 6, 100157.

<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100157>

Franca, P.A.P., Gonçalves Lima, C.K.A.Z., de Oliveira, T. M., Ferreira, T.J., da Silva, R.R.M., ve ark. (2022). Effectiveness of current protein recommendations in adolescent athletes on a low-carbon diet. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1016409.

<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1016409>

Gamboni, M., Carimi, F., Migliorini, P. (2012). Mediterranean diet: an integrated view. In: Sustainable Diets and Biodiversity Directions, Solutions for Policy, Research and Action. Eds: Burlingame B, Dernini S. FAO, Inc. Rome, Italy, p: 262-72. ISBN: 978-92-5-107288-2

Garrido-Pastor, G., Díaz, F.M.S.C., Fernández-López, N., Ferro-Sánchez, A., Sillero-Quintana, M. (2021). Sustainable food support during an ultra-endurance and mindfulness event: a case study in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 12991.

<https://doi.org/10.3390/ijerph182412991>

Gorissen, S.H.M., Crombag, J.J.R., Senden, J.M.G., Waterval, W.A.H., Bierau, J., ve ark. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50(12), 1685–1695.

<https://doi.org/10.1007/s00726-018-2640-5>

Gurney, T., Bruner, J., Spendiff, O. (2021). Twenty-one days of spirulina supplementation lowers heart rate during submaximal cycling and augments power output during repeated sprints in trained cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 47(1), 18–26.

<https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0344>

Hermans, W.J.H., Senden, J.M., Churchward-Venne, T. A., Paulussen, K.J.M., Fuchs, C.J., ve ark. (2021). Insects are a viable protein source for human consumption: from insect protein digestion to postprandial muscle protein synthesis in vivo in humans: a double-blind randomized trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 114(3), 934.

<https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab115>

Hoekstra, A. (2017). Water Footprint Assessment: Evolution of a New Research Field. *Water Resources Management*, 31, 3061–3081.

<https://doi.org/10.1007/s11269-017-1618-5>

IOC (2012). *Sustainability Through Sport* Implementing the Olympic Movement's Agenda 21.

Jäger, R., Kerksick, C.M., Campbell, B.I., Cribb, P.J., Wells, S.D., ve ark. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1).

<https://doi.org/10.1186/S12970-017-0177-8>

Jahn, S., Furchheim, P., Strässner, A.M. (2021). Plant-based meat alternatives: Motivational adoption barriers and solutions. *Sustainability*, 13(23), 13271.

<https://doi.org/10.3390/su132313271>

Javaloyes, P. (2016). Pulses: Nutritional seeds for sustainable future. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/3/a-i5528e.pdf> (Erişim Tarihi:22.06.2023).

Kumar, P., Sharma, N., Sharma, S., Mehta, N., Verma, A. K., ve ark. (2021). In-vitro meat: a promising solution for sustainability of meat sector. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(4), 693.

<https://doi.org/10.5187/jast.2021.e85>

- Leal Filho, W., Setti, A.F.F., Azeiteiro, U.M., Lokupitiya, E., Donkor, F.K., ve ark. (2022). An overview of the interactions between food production and climate change. *Science of the Total Environment*, 838, 156438. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156438>
- Lu, H.K., Hsieh, C.C., Hsu, J.J., Yang, Y.K., Chou, H.N. (2006). Preventive effects of *Spirulina platensis* on skeletal muscle damage under exercise-induced oxidative stress. *European Journal of Applied Physiology*, 98(2), 220–226. <https://doi.org/10.1007/S00421-006-0263-0>
- Lynch, H., Johnston, C., Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for environmental impact, protein quality, and exercise performance. *Nutrients*, 10(12), 1841. <https://doi.org/10.3390/nu10121841>
- Macdiarmid, J.I., Kyle, J., Horgan, G.W., Loe, J., Fyfe, C., ve ark. (2012). Sustainable diets for the future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(3), 632–639. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.038729>
- Marlow, H.J., Hayes, W.K., Soret, S., Carter, R.L., Schwab, E.R., ve ark. (2009). Diet and the environment: does what you eat matter? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5), 1699S-1703S. <https://doi.org/10.3945/AJCN.2009.26736Z>
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/S10021-011-9517-8/tables/4>
- Meyer, N.L., Reguant-Closa, A., Nemecek, T. (2020). Sustainable diets for athletes. In *Current Nutrition Reports*, 9 (3), 147–162. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00318-0>
- Meyer, N., Reguant-Closa, A. (2017). Eat as if you could save the planet and win! sustainability integration into nutrition for exercise and sport. *Nutrients*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/nu9040412>
- Nuszbaum, C., Wollmar, M., Sjöberg, A. (2021). *Factors Influencing Food Choices in Different Sports: Importance of Sustainability, Performance and Health: A Cross-Sectional Study*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-608825/v1>
- Oliveira, C.P.B. (2021). *A sustentabilidade alimentar e a nutrição desportiva: uma revisão narrativa Food sustainability and sports nutrition: a narrative review Catarina Paiva Barbosa de Oliveira*.
- Padilla, M., Capone, R., Palma, G. (2012). Sustainability of the food chain from field to plate: the case of the Mediterranean diet. In: Sustainable Diets and Biodiversity Directions, Solutions for Policy, Research and Action. Eds: Burlingame B, Dernini S. FAO, Rome, Italy, p: 230-40. ISBN: 978-92-5-107288-2.
- Paris 2024. (2023). *Gourmet, more local, more plant-based food for the Games- Paris 2024*. <https://www.paris2024.org/en/food-vision/> (Erişim Tarihi:22.06.2023).
- Phillips, S.M., van Loon, L.J.C. (2011). Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 29(1). <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204>
- Placentino, U., Sogari, G., Viscecchia, R., De Devitiis, B., Monacis, L. (2021). The new challenge of sports nutrition: Accepting insect food as dietary supplements in professional athletes. *Foods*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/foods10051117>
- Reguant-Closa, A., Roesch, A., Lansche, J., Nemecek, T., Lohman, T.G., ve ark. (2020). The environmental impact of the athlete's plate nutrition education tool. *Nutrients*, 12(8), 1–27. <https://doi.org/10.3390/nu12082484>
- Ruini, L., Ciati, R., Marchelli, L., Rapetti, V., Pratesi, C. A., ve ark. (2016). Using an infographic tool to promote healthier and more sustainable food consumption: the double pyramid model by barilla center for food and nutrition. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 482–488. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.049>
- Russel, D., Herhkowitz, A. (2015). Champions of game day food report. *NRDC & Green Sports Alliance*.
- Rzymiski, P., Jaśkiewicz, M. (2017). Microalgal food supplements from the perspective of Polish consumers: patterns of use, adverse events, and beneficial effects. *Journal of Applied Phycology*, 29, 1841-1850. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1079-5>

Sranacharoenpong, K., Harwatt, H., Wien, M., Soret, S., Sabate, J. (2015). The environmental cost of protein food choices. *Public Health Nutrition*, 18(11), 2067–2073. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002377>

Thurecht, R. L., Pelly, F. E., Burkhart, S. (2022). Reliability of the athlete food choice questionnaire in diverse settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph19169981>

Torres-Tiji, Y., Fields, F.J., Mayfield, S.P. (2020). Microalgae as a future food source. In *Biotechnology Advances*, 41,107536. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107536>

van Vliet, S., Burd, N. A., van Loon, L.J.C. (2015). The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. In *Journal of Nutrition*, 145 (9), 1981–1991. *American Society for Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/jn.114.204305>

Vangsoe, M.T., Thogersen, R., Bertram, H.C., Heckmann, L.H.L., Hansen, M. (2018). Ingestion of insect

protein isolate enhances blood amino acid concentrations similar to soy protein in a human trial. *Nutrients*, 10(10), 1375. <https://doi.org/10.3390/nu10101357>

Vitale, K., Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>

Whitney, E.N., Rolfes, S.R. (2022). *Understanding nutrition*. Cengage learning, pp.166-188, ISBN: 978-0-357-44752-9

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., ve ark. (2019). Food in the anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. In *The Lancet*, 393 (10170) 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Wollmar, M., Sjöberg, A., Post, A. (2022). Swedish recreational athletes as subjects for sustainable food consumption: focus on performance and sustainability. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(8), 1132–1144. <https://doi.org/10.1080/09637486.2022.2141208>

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Instructions to Reviewers and Authors

The journal “**FOOD and HEALTH**” establishes the highest standards of publishing ethics and benefits from the contents of the [International Committee of Medical Journal Editors \(ICMJE\)](#), [World Association of Medical Editors \(WAME\)](#), [Council of Science Editors \(CSE\)](#), [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#), [European Association of Science Editors \(EASE\)](#), [Open Access Scholarly and Publishers Association \(OASPA\)](#), and [Directory of Open Access Journals \(DOAJ\)](#).

The “**FOOD and HEALTH**” journal provides a platform for the open public discussion of the journal contents. To secure accountability and to encourage sincere professional inputs without incivilities, the system is set up to require registration and logging for the recording of inputs. Some website contents will be available without logging, but no peer review comments can be posted without disclosing the reviewer’s identity to the journal editors.

The copyright of any open-access article in the “**FOOD and HEALTH**” journal published on the “ScientificWeb-Journals” web portal hosted by “[DergiPark](#)” belongs to the author(s).

Journal Publisher Policy

1. Aims and Scope

Our journal started its publication life as “Journal of Food and Health Sciences” between 2015-2017. In 2018, its name was changed to “Food and Health”. The journal “**FOOD AND HEALTH**” publishes peer-reviewed (double-blind) original research, communication and review articles covering all aspects of food science and its effects on health. Our journal will be published quarterly in English or Turkish language.

2. Scientific Quality and Objectivity

The journal evaluates and publishes research articles and reviews, adhering to high scientific standards. Adhering to the principle of impartiality, it strictly complies with ethical rules to prevent conflicts of interest among editors, referees, and authors.

3. Open Access

The journal adopts an open-access policy that supports open and free access to information. This aims to increase access to scientific knowledge in society at large by making science available to a wider audience.

Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

5. Ethical Standards

The journal maintains a rigorous attitude towards upholding ethical standards among authors and reviewers. The processes of evaluating the effects of research on humans, animals and the environment are carried out in full compliance with national and international ethical rules.

6. Peer Review

The journal employs a double-blind referee system. Referees are selected among experts and experienced people in their fields. The peer review process involves subjecting articles to rigorous review in terms of scientific content, methodology and ethics.

7. Author Rights and Licensing

The journal respects the property rights of authors and grants appropriate licenses to articles. It allows articles to be freely shared and used by others using appropriate licensing models, such as Creative Commons licenses.

8. Diversity and Inclusion

The journal encourages diversity among authors, editors, and reviewers. It fights against inequalities in the scientific world, considering gender, geographical origin, discipline, and other elements of diversity.

9. Communication and Transparency

The journal promotes open communication between authors, reviewers, and readers. Publisher policies, article evaluation processes and other important information are transparently published on the journal's website.

10. Archiving

Journal archiving is conducted following the **Republic of Türkiye Ministry of Industry and Technology TÜBİTAK Turkish Academic Network and Information Center (ULAKBİM) "DergiPark"** publication policy ([LOCKSS](#)).

Publication Ethics

1. Scientific Neutrality and Objectivity:

All publications must reflect an impartial and objective perspective. If there are any conflicts of interest, authors must clearly state these conflicts of interest.

2. Scientific Soundness:

Articles should be based on a solid methodology and reliable results. The accuracy of statistical analyses should be at the forefront.

3. Ethical Standards:

The journal supports the principles of the Basel Declaration (<https://animalresearchtomorrow.org/en>) and the guidelines published by the International Council for Laboratory Animal Science (<https://iclas.org/>). In this regard, the research must fully comply with the relevant ethical rules and standards. International ethics committees must conduct studies on humans, animals, or the environment and must be confirmed by the authors of the journal.

For research submitted to this journal, authors are advised to comply with the [IUCN Policy Statement on Research Involving Species at Risk of Extinction and the Convention on Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora for research involving plants](#).

4. Originality and Plagiarism:

Publications must be original, and appropriate attribution must be made when quoting other sources. In our journal, plagiarism is considered a serious crime. For this reason, all articles submitted to the "Aquatic Research" journal must undergo a preliminary evaluation. Advanced Plagiarism Detection Software (iThenticate, etc.) tools will be used.

FOOD and HEALTH



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

5. Open Access:

The journal adopts open access principles to promote open and free access to information and complies with the [Budapest Open Access Initiative](#) (BOAI) definition of open access. Open-access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

All journal processes are free of charge. No article processing, submission, or publication fee is charged for submitted or accepted articles.

Peer Review

1. Confidentiality:

The peer review process should be carried out per the principles of double-blind refereeing. Reviewers and authors should not know each other's identities.

2. Expertise:

Referees should be selected among experts and experienced people in relevant fields. Referees must be trusted to make an impartial and ethical assessment.

3. Timely Evaluation:

The peer-review process must be completed on time to publish the articles quickly. Time limits should be set for referees to evaluate within a certain period.

4. Open Communication:

Reviewers should be encouraged to provide open and constructive feedback to authors and editors.

Author Guidelines

1. Article Format:

Authors must write in the article format determined by the journal. Sections such as title, abstract, keywords, introduction, method, findings, discussion, and references should be included. All submissions are screened by similarity detection software. The similarity rate in the articles sent to the journal should be below 20%.

2. Citations and Sources:

Authors must appropriately cite the sources used by scientific standards.

3. Submission Process:

Authors must comply with the specified submission process when submitting their articles to the journal. This process should include evaluating, editing and publishing the article.

Manuscripts can only be submitted through the journal's online manuscript submission and evaluation system, available at

<http://dergipark.org.tr/tr/journal/1646/submission/step/manuscript/new>.

“FOOD and HEALTH” journal requires corresponding authors to submit a signed and scanned version of the copyright transfer, ethics, and authorship contribution form (available for download at

<https://dergipark.org.tr/tr/download/journal-file/19582>)

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.

4. Research Funding and Conflicts of Interest:

Research funding sources and conflicts of interest should be clearly stated. It is important to disclose and not conceal conflicts of interest.

FOOD and HEALTH



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

5. Language:

Articles should be written to a scientific journal standard, and care should be taken regarding grammar and spelling errors.

Editors' Responsibilities

1. Maintaining High Scientific Standards:

To ensure that the articles published in the journal comply with high scientific standards.

To ensure full compliance with ethical rules and journal policies.

2. Managing the Article Evaluation Process:

To effectively manage the article evaluation process and support a rapid publication process.

To adopt the principles of double-blind arbitration and maintain the principles of expertise and impartiality in selecting arbitrators.

3. Making Editorial Decisions:

Consider referee evaluations to make decisions about accepting or rejecting articles for publication.

Maintaining transparency and openness in the editorial process.

4. Contact with Authors:

Maintaining effective and constructive communication with authors.

They provide authors with regular updates on the status of their articles, correction requests, and publication dates.

5. Managing Journal Policies:

Keep the journal's policies and guidelines updated and revise them as needed.

To provide a reliable platform between readers and writers.

Responsibilities of Referees

1. Objectivity and Expertise:

To comply with the principles of double-blind refereeing and to evaluate articles impartially.

Evaluating articles by focusing on areas of expertise on the subject.

2. Privacy and Reliability:

To protect the confidentiality of the article evaluation process.

Provide reliable and constructive feedback to authors, journal editors, and other reviewers.

3. Timely Evaluation:

Evaluating articles by the timelines determined by the journal.

Informing editors promptly in case of delays.

4. Compliance with Ethical Rules:

To ensure full compliance with ethical standards and journal policies.

Clearly express conflicts of interest and withdraw from the evaluation process when necessary.

5. Constructive Feedback to Writers:

Provide clear and constructive feedback to authors and suggest improving the article when necessary.

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Preparation of the Manuscript

Manuscripts prepared in Microsoft Word must be converted into a single file before submission. Please start with the title page and insert your graphics (schemes, figures, *etc.*) and tables in the one main text (Word Office file).

Title (should be clear, descriptive, and not too long)

Full Name(s) and Surname (s) of author(s)

ORCID ID for all author (s) (<http://orcid.org/>)

Authors complete correspondence Address (es) of affiliations and e-mail (s)

Abstract

Keywords (indexing terms), usually 3-6 items

Introduction

Material and Methods

Results and Discussion

Conclusion

Compliance with Ethical Standards

- **Conflict of Interest:** When you (or your employer or sponsor) have a financial, commercial, legal, or professional relationship with other organisations 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 ethics committee's approval, and the authors may argue that they do not need support for their work. In such situations, we consult COPE's "Guidance for Editors: Research, Audit, and Service Evaluations" document, evaluate the study with the editorial board, and decide whether or not it needs approval.
- **Data availability:** The data availability statement/data access statement informs the reader where research data associated with an article is available and under what conditions the data can be accessed, and may include links to the dataset, if any.

One of the following should be selected and stated in the submitted article;

1. No data was used for the research described in the article.
2. The data that has been used is confidential.
3. The authors do not have permission to share the data.
4. Data will be made available on request.
5. The author is unable to specify which data has been used or has chosen not to.
6. Other (please explain; for example, I have shared the link to my data in the attached file step).

• **Funding:** If there is any, the institutions that support the research and the agreements with them should be given here.

• **Acknowledgment:** Acknowledgments allow you to thank people and institutions who assist in conducting the research.

• **Disclosure:** Explanations about your scientific / article work that you consider ethically important.

References

Tables (all tables given in the main text)

Figures (all figures/photos shown in the main text)

Manuscript Types

Original Articles: This is the most essential type of article since it provides new information based on original research. The main text should contain "Title", "Abstract", "Introduction", "Materials and Methods", "Results and Discussion", "Conclusion", "Compliance with Ethical Standards", and "References" sections.

Statistical analysis to support conclusions is usually necessary. International statistical reporting standards must conduct statistical analyses. Information on statistical analyses should be provided with a separate sub-heading under the Materials and Methods section, and the statistical software used during the process must be specified.

Units should be prepared by the International System of Units (SI).

FOOD and HEALTH



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

Review Articles: Reviews prepared by authors with extensive knowledge of a particular field and whose scientific background has been translated into a high volume of publications with a high citation potential are welcomed. The journal may even invite these authors. Reviews should describe, discuss, and evaluate the current knowledge level of a research topic and should guide future studies. The main text should start with the Introduction and end with the Conclusion sections. Authors may choose to use any subheadings in between those sections.

Short Communication: This type of manuscript discusses important parts, overlooked aspects, or lacking features of a previously published article. Articles on subjects within the journal’s scope that might attract the readers’ attention, particularly educative cases, may also be submitted as a “Short Communication”. Readers can also comment on the published manuscripts as a “Short Communication”. The main text should contain “**Title**”, “**Abstract**”, “**Introduction**”, “**Materials and Methods**”, “**Results and Discussion**”, “**Conclusion**”, “**Compliance with Ethical Standards**”, and “**References**” sections.

Table 1. Limitations for each manuscript type

Type of manuscript	Page	Abstract word limit	Reference limit
Original Article	≤30	200	40
Review Article	no limits	200	60
Short Communication	≤5	200	20

Tables

Tables should be included in the main document and presented after the reference list, and they should be numbered consecutively in the order they are referred to within the main text. A descriptive title must be placed above the tables. Abbreviations in the tables should be defined below them 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 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 support the main text.

Figures and Figure Legends

Figures, graphics, and photographs should be submitted through the submission system in the main document’s Word files (in JPEG or PNG format). 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 primary 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 the 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 numbered consecutively in the order they are referred to within it.

Limitations, drawbacks, and shortcomings of original articles should be mentioned in the Discussion section before the conclusion paragraph.

References

The citation style and methods that comply with the scientific standards that should be used in the “FOOD and HEALTH” journal for the sources used by the authors in their works are given below.

Reference System is APA 6th Edition (with minor changes)

The APA style calls for three kinds of information to be included in in-text citations. The author's last name and the work's publication date must always appear, and these items must match exactly the corresponding entry in the references list. The third kind of information, the page

FOOD and HEALTH



FOOD
and
HEALTH
E-ISSN 2602-2834

number, appears only in a citation to a direct quotation.

....(Erkan, 2011).

....(Mol and Erkan, 2009).

....(Özden et al., 2021).

....(Mol and Erkan, 2009; Erkan, 2011; Özden et al., 2021).

Citations for a Reference Section:

An article

Olcay, N., Aslan, M., Demir, M.K., Ertas, N. (2021). Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.

<https://doi.org/10.3153/FH21025>

(if a DOI number is available)

A book in print

Harrigan, W.F. (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology. Academic Press, pp. 308. ISBN: 9780123260437

A book chapter

Craddock, N. (1997). Practical management in the food industry A case study. In Food Allergy Issues for the Food Industry; Lessof, M., Ed.; Leatherhead Food RA: Leatherhead, U.K., pp 25-38. ISBN: 4546465465

A webpages

CDC (2020). Rift Valley Fever | CDC.

<https://www.cdc.gov/vhf/rvf/index.html> (accessed 20.08.2020).

Revisions

When submitting a revised version of a paper, the author must submit a detailed “Response to the reviewers” that states point by point how each issue raised by the reviewers has been covered and where it can be found (each reviewer’s comment, followed by the author’s reply and line numbers where the changes have been made) as well as an annotated copy of the primary document. Revised manuscripts must be submitted within 15 days from the date of the decision letter. If the revised version of the manuscript is not submitted within the allocated time, the revision option may be cancelled. If the submitting author(s) believe that additional time is required, they should request this extension before the initial 15-day period is over.

Accepted manuscripts are copy-edited for grammar, punctuation, and format. Once the publication process of a manuscript is completed, it is published online on the journal’s webpage as an ahead-of-print publication before it is included in its scheduled issue. A PDF proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author, and their publication approval is requested within two days of their receipt of the proof.