

ISSUE/SAYI

2

VOLUME/CİLT: 2  
YEAR/YIL: 2023

**Toros University**

**JFNG**

E-ISSN: 2979-9511  
DOI : 10.58625/jfng

Journal of Food, Nutrition and Gastronomy  
Toros Üniversitesi Gıda, Beslenme ve Gastronomi Dergisi



<http://jfng.toros.edu.tr>







**E-ISSN: 2979-9511**  
**DOI: 10.58625/jfng**

International Peer-Reviewed and Open Access Electronic Journal

**Volume: 2**

**Issue: 2**

**June 2023**

<https://jfng.toros.edu.tr>

[jfng@toros.edu.tr](mailto:jfng@toros.edu.tr)

**Address:** Toros Üniversitesi, 45 Evler Kampüsü, Yenişehir Mersin/Türkiye

## EDITORS

### EDITOR-IN-CHIEF

**Bahar TANER**

*Toros University, Department of Gastronomy and Culinary Arts, TURKEY*

[bahar.taner@toros.edu.tr](mailto:bahar.taner@toros.edu.tr)

### Co-EDITOR

**Yüksel ÖZDEMİR**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

[yuksel.ozdemir@toros.edu.tr](mailto:yuksel.ozdemir@toros.edu.tr)

### SECTION EDITORS

**Betül GÜLŞEN ATALAY**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

**Çağla ÖZBEK**

*Toros University, Department of Gastronomy and Culinary Arts, TURKEY*

**Kamuran ÖZTOP**

*Toros University, Department of Hotel, Restaurant and Catering Services, Culinary Program, TURKEY*

**Başak ÖNCEL**

*Toros University, Department of Food Processing, Food Technology Program, TURKEY*

### SCIENTIFIC BOARD

**Aichurok MAZHİTOVA**

*Kyrgyz-Turkish Manas University, Department of Food Engineering, KYRGYZSTAN*

**Berna ŞEKER YILMAZ**

*University College London, Institute of Child Health, UK*

**Esat ÖZATA**

*Beykent University, Department of Gastronomy and Culinary Art, TURKEY*

**Fahrettin GÖĞÜŞ**

*Gaziantep University, Department of Food Engineering, TURKEY*

**Gürkan AKDAĞ**

*Mersin University, Department of Gastronomy and Culinary Art, TURKEY*

**Hafize FİDAN**

*University of Food Technologies, Department of Nutrition and Tourism, BULGARIA*

## EDİTÖRLER

### EDİTÖR

**Bahar TANER**

*Toros Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, TÜRKİYE*

[bahar.taner@toros.edu.tr](mailto:bahar.taner@toros.edu.tr)

### EDİTÖR YARDIMCISI

**Yüksel ÖZDEMİR**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

[yuksel.ozdemir@toros.edu.tr](mailto:yuksel.ozdemir@toros.edu.tr)

### BÖLÜM EDİTÖRLERİ

**Betül GÜLŞEN ATALAY**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

**Çağla ÖZBEK**

*Toros Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, TÜRKİYE*

**Kamuran ÖZTOP**

*Toros Üniversitesi, Otel, Restoran ve İkram Hizmetleri Bölümü, Aşçılık Programı, TÜRKİYE*

**Başak ÖNCEL**

*Toros Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, TÜRKİYE*

### BİLİMSEL KURUL

**Aichurok MAZHİTOVA**

*Kırgız-Türk Manas Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, KIRGIZİSTAN*

**Berna ŞEKER YILMAZ**

*University College London, Şili Sağlık Enstitüsü, Birleşik Krallık*

**Esat ÖZATA**

*Beykent Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, TÜRKİYE*

**Fahrettin GÖĞÜŞ**

*Gaziantep Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE*

**Gürkan AKDAĞ**

*Mersin Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, TÜRKİYE*

**Hafize FİDAN**

*Gıda Teknolojileri Üniversitesi, Beslenme ve Turizm Bölümü, BULGARİSTAN*

## EDITORS

### SCIENTIFIC BOARD

**Luisa TORRI**

*University of Gastronomic Sciences, Sensory and Consumer Science, ITALY*

**Marcelo CRISTIANIN**

*State University of Campinas, Department of Food Technology, BRAZIL*

**Mehmet Sertaç ÖZER**

*Çukurova University, Department of Food Engineering, TURKEY*

**Mostafa SOLTANI**

*Tehran Azad University, Department of Food Sciences and Technology, Tehran, IRAN*

**Özge KÜÇÜKERDÖNMEZ**

*Ege University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

**Özlem TOK**

*Harvard University, T.H. Chan School of Public Health, USA*

**Perim TÜRKER**

*Başkent University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

### LANGUAGE EDITOR

**Eda PARLAK(Eng)**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

**Meltem MERMER(Tr)**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

### MANAGING EDITOR

**Özlem ÖZPAK AKKUŞ**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

### SECRETARIAT

**Betül YAPICI NANE**

*Toros University, Department of Gastronomy and Culinary Arts, TURKEY*

[betul.yapici@toros.edu.tr](mailto:betul.yapici@toros.edu.tr)

**Gonca YILDIRIM**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics, TURKEY*

[gonca.yildirim@toros.edu.tr](mailto:gonca.yildirim@toros.edu.tr)

## EDİTÖRLER

### BİLİMSEL KURUL

**Luisa Torri**

*Gastronomik Bilimler Üniversitesi, Duyusal ve Tüketici Bilimleri, İTALYA*

**Marcelo CRISTIANIN**

*Deolet Campinas Üniversitesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, BREZİLYA*

**Mehmet Sertaç ÖZER**

*Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE*

**Mustafa SOLTANI**

*Tehran Azad Üniversitesi, Gıda Bilimleri ve Teknolojisi Bölümü, Tahran, İRAN*

**Özge KÜÇÜKERDÖNMEZ**

*Ege Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

**Özlem TOK**

*Harvard Üniversitesi, TH Chan Halk Sağlığı Okulu, ABD*

**Perim TÜRKER**

*Başkent Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

### DİL EDİTÖRÜ

**Eda PARLAK(Eng)**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

**Meltem MERMER(Tr)**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

### YAZIM EDİTÖRÜ

**Özlem ÖZPAK AKKUŞ**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

### SEKRETERYA

**Betül YAPICI NANE**

*Toros Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, TÜRKİYE*

[betul.yapici@toros.edu.tr](mailto:betul.yapici@toros.edu.tr)

**Gonca YILDIRIM**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

[gonca.yildirim@toros.edu.tr](mailto:gonca.yildirim@toros.edu.tr)

## EDITORS

**Nasibe ULUK**

*Toros University, Department of Gastronomy and Culinary  
Arts, TURKEY*

**Ayşe Gökçe ALP**

*Toros University, Department of Nutrition and Dietetics,  
TURKEY*

**Adnan AYDIN**

*Toros University, Department of Gastronomy and Culinary  
Arts, TURKEY*

## CONTACT

**Adress:**Toros Üniversitesi, 45 Evler Kampüsü,

Yenişehir Mersin/Türkiye

**Web:** <http://jfng.toros.edu.tr>

**E-mail:** [jfng@toros.edu.tr](mailto:jfng@toros.edu.tr)

## EDİTÖRLER

**Nasibe ULUK**

*Toros Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları  
Bölümü, TÜRKİYE*

**Ayşe Gökçe ALP**

*Toros Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, TÜRKİYE*

**Adnan AYDIN**

*Toros Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü,  
TÜRKİYE*

## İLETİŞİM

**Adres:**Toros Üniversitesi, 45 Evler Kampüsü,

Yenişehir Mersin/Türkiye

**Web:** <http://jfng.toros.edu.tr>

**E-mail:** [jfng@toros.edu.tr](mailto:jfng@toros.edu.tr)

# CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Research Article / Araştırma Makalesi

Malnütrisyon, beslenme durumu ve fiziksel aktivite düzeylerinin yaşlı bireylerde duygu durumuna etkisi 125

*The effect of malnutrition, nutritional status, and physical activity levels on emotional state in the elderly*

Betül Gülşen Atalay & Ayşe Nur Akın & İnas Aktoğ & Büşra Aydın & Zeynep Çakmak & Aslı Nur Doğan & Berfin Rojbin Vural

Research Article / Araştırma Makalesi

Physicochemical and sensory evaluation of cookies from germinated maize (*Zea mays*)-kpaakpa (*Hildegardia barteri*) - blanched plantain (*Musa paradisiaca*) composite flour 137

*Josephat Ikechukwu Anyadioha & Roseline Nwabugo Attaugwu*

Research Article / Araştırma Makalesi

Sürdürülebilir gıda okuryazarlığında cinsiyet etkisinin değerlendirilmesi 151

*Assessing gender effect in sustainable food literacy*

Esra Tansu Sarıyer & Başak Can & Gonca Yıldırım & Afra Nur Gören

Research Article / Araştırma Makalesi

Physical, textural, and sensory evaluation of cakes with carob molasses pulp 159

*Keçiboynuzu pekmez posalı keklerin fiziksel, dokusal ve duyuusal değerlendirilmesi*

Yüksel Özdemir & Serpil Yalın Kaya & Sevcan İlhan

Research Article / Araştırma Makalesi

Sürdürülebilir beslenme kapsamında bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin değerlendirilmesi ve depresyon, anksiyete, stres ile ilişkisi 169

*Evaluation of plant and animal protein consumption within the scope of sustainable nutrition and its relationship with depression, anxiety and stress*

Ezgi Ertal & Pınar Üstündağ & Esranur Memiş & Merve Gör & Fatma Çelik

Review / Derleme

Karadeniz Bölgesinde yetişen bazı yenilebilir yabani otlar ve biyoaktif özellikleri 183

*Some edible weeds grown in the Black Sea Region and their bioactive properties*

Merve Gündüz & Şeniz Karabıyıklı Çiçek

Review / Derleme

Urolithin A ve yaşlı sağlığına güncel yaklaşım 197

*Urolithin A and the current approach to the health of the elderly*

Nardane Dündükü

Review / Derleme

Dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol üzerindeki etkisi 211

*Effect of resistant starch on glycemic index and glycemic control*

Esila Bayar & Suphiye Mine Yurttagül

Review / Derleme

Polifenoller ve sportif performans üzerindeki etkileri 225

*Polyphenols and their effects on sports performance*

Ebrar Tuşat & Eda Parlak

*"This page is left blank for typesetting."*

*Bu sayfa dizgiden dolayı boş bırakılmıştır.*



Research Article / Araştırma Makalesi

# Malnütrisyon, beslenme durumu ve fiziksel aktivite düzeylerinin yaşlı bireylerde duygu durumuna etkisi

*The effect of malnutrition, nutritional status, and physical activity levels on emotional state in the elderly*

Betül Gülşen Atalay  <sup>1\*</sup>

Büşra Aydın  <sup>1</sup>

Berfin Rojbin Vural  <sup>1</sup>

Ayşe Nur Akın  <sup>1</sup>

Zeynep Çakmak  <sup>1</sup>

İnas Aktoğ  <sup>1</sup>

Aslı Nur Doğan  <sup>1</sup>

1 Toros Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mersin, Türkiye

## Article info

### Keywords:

Elderly, nutrition, malnutrition, depression, physical activity

### Anahtar Kelimeler:

Yaşlılık, beslenme, malnütrisyon, depresyon, fiziksel aktivite

Received: 25.09.2023

Accepted: 20.11.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2284

Atalay et. al.; Malnütrisyon, beslenme durumu ve fiziksel aktivite düzeylerinin yaşlı bireylerde duygu durumuna etkisi

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

### Corresponding Author(s):

\* Betül Gülşen Atalay, [betul.atalay@toros.edu.tr](mailto:betul.atalay@toros.edu.tr)

## Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı 65 yaş ve üzeri bireylerde beslenme, malnütrisyon, fiziksel aktivite ve depresyon durumunun saptanması ve bu değişkenlerin duygu durumu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir.

**Bireyler ve Yöntem:** Bu kesitsel çalışma, 65 yaş ve üzeri 120 birey ile yürütülmüştür. Çalışmada bireylerin tanımlayıcı özellikleri, antropometrik ölçümleri ve bazı biyokimyasal bulguları anket soruları ile sorgulanmıştır. Bireylerin beslenme ve fiziksel aktivite durumları, 24 saatlik geriye dönük besin tüketimleri ve 24 saatlik fiziksel aktivite kayıtları alınarak değerlendirilmiştir. Yaşlı bireylerde malnütrisyon durumunu saptamak için Mini Nütrisyonel Değerlendirme (MNA- Mini Nutritional Assessment), depresyon durumunu değerlendirmek için ise geriatrik depresyon ölçeği (GDÖ) kullanılmış ve elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.

**Bulgular:** Çalışmada, MNA'ya göre bireylerin %89,2'si (s=107) beslenme durumu normal, %10,8'i (s=13) ise malnütrisyon riski altında olarak değerlendirilmiştir. Malnütrisyon riski altında olan bireylerin GDÖ ortalamaları beslenme durumu normal olan bireylerin GDÖ ortalamalarından daha yüksek bulunmuştur



( $p=0.02$ ). Ayrıca malnütrisyon riski altında olan bireylerin fiziksel aktivite düzeyi (PAL) ortalama değerlerinin beslenme durumu normal olan bireylere göre daha düşük olduğu görülmüştür ( $p=0.04$ ). Malnütrisyon riski altında olan bireylerin GDÖ skoru ile, diyetle alınan magnezyum ve fosfor değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon (sırasıyla  $p=0.03$ ,  $p=0.05$ ) bulunmuştur.

**Sonuç:** Malnütrisyon riski olan 65 yaş ve üzeri bireylerin fiziksel olarak daha az aktif olduğu ve bu bireylerde depresyon skorunun beslenme durumu normal olan bireylere göre daha yüksek olduğu, ayrıca diyetle alınan düşük magnezyum ve fosfor tüketiminin daha yüksek depresyon skoru ile ilişkili olduğu görülmüştür.

### Abstract

**Aim:** The aim of this study is to determine nutrition, malnutrition, physical activity, and depression status in individuals aged 65 years and over and to evaluate the effect of these variables on emotional state.

**Individuals and Method:** This cross-sectional study was conducted with 120 individuals aged 65 years and over. In the study, individuals' descriptive characteristics, anthropometric measurements, and some biochemical findings were questioned with survey questions. The nutrition status of individuals was evaluated through food consumption records by taking a retrospective 24-hour recall method and physical activity status was evaluated by 24-hour physical activity records. In addition, Mini Nutritional Assessment (MNA) was used to detect malnutrition in elderly individuals, the geriatric depression scale (GDS) was used to evaluate depression status, and the obtained data was recorded.

**Results:** In the study, according to MNA, 89.2% ( $n=107$ ) of the individuals were evaluated as having normal nutritional status and 10.8% ( $n=13$ ) as being at risk of malnutrition. The GDS mean values of individuals at risk of malnutrition were found to be higher than the GDS mean values of individuals with normal nutritional status ( $p = 0.02$ ). Additionally, it was observed that the physical activity level (PAL) average values of individuals at risk of malnutrition were lower than those of individuals with normal nutritional status ( $p=0.04$ ). A negative correlation was found between the GDS score of individuals at risk of malnutrition and dietary magnesium and phosphorus values ( $p = 0.03$ ,  $p = 0.05$ , respectively).

**Conclusion:** It has been observed that individuals aged 65 and over, who are at risk of malnutrition, are less physically active and the depression score

in these individuals is higher than in individuals with normal nutritional status. Additionally, low dietary magnesium and phosphorus consumption is associated with a higher depression score.

### Extended abstract

**Aim:** An optimal nutritional status during old age has a very important role in preventing the development of diseases. Although inadequate and unbalanced nutrition is not a natural component of aging, older individuals are at risk of malnutrition due to physiological, psychological, and social risk factors. According to World Health Organization (WHO) data, 1 in every 10 elderly people is malnourished or at risk of malnutrition (1). The etiology of malnutrition in the elderly is multifactorial and consists of physiological, social, and economic parameters often referred to as the "nine d's" (dementia, dysgeusia, dysphagia, diarrhea, depression, disease, poor dentition, dysfunction, and medications) (2). Depression is one of the most common diseases in old age. It is a psychiatric disorder that affects the elderly population greatly. When ignored or delayed in treatment, it causes serious health problems and premature death. The presence of depression in the elderly also increases the risk of malnutrition (3). The aim of this study is to determine nutrition, malnutrition, physical activity, and depression status in individuals aged 65 years and over and to evaluate the effect of these variables on emotional state.

**Methods:** This cross-sectional study was conducted with 120 individuals aged 65 years and over. In the study, the descriptive characteristics, anthropometric measurements, and some biochemical findings of the individuals were questioned with a survey. The nutrition status of individuals was evaluated through food consumption records by taking a retrospective 24-hour recall method and physical activity status was evaluated by 24-hour physical activity records. In elderly individuals, malnutrition was evaluated and recorded with the Mini Nutritional Assessment (MNA), and depression with the Geriatric Depression Scale (GDS).

For this study, ethics committee approval was received from the Scientific Research and Publication Ethics Committee of XXXXX University dated 28.01.2022 and decision number 2, and verbal consent was obtained from the patients or their relatives participating in the study.

The data obtained in the study were evaluated using SPSS-22 software. Appropriate descriptive values are given for qualitative and quantitative variables. Qualitative variables are expressed as number (n) and percentage (%), and quantitative

variables are expressed as mean and standard deviation ( $\bar{X} \pm SD$ ). The suitability of the variables to normal distribution was examined using visual (histogram and probability graphs) and analytical methods (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk tests). Between two independent groups, non-parametric Mann-Whitney-U analysis was used for continuous variables, and non-parametric Spearman correlation analysis was used to determine correlations between numerical variables. For statistical analysis, the significance level was accepted as 0.05.

## Results

In our study, according to MNA, 89.2% (n=107) of the individuals were evaluated as having normal nutritional status and 10.8% (n=13) as being at risk of malnutrition. The GDS mean values of individuals at risk of malnutrition were found to be higher than the GDS mean values of individuals with normal nutritional status ( $p = 0.02$ ). Additionally, it was observed that the average physical activity level (PAL) values of individuals at risk of malnutrition were lower than those of individuals with normal nutritional status ( $p = 0.04$ ). The mean GDS score of individuals with additional health problems, those who went on a diet due to health problems, and those with poor appetite were found to be higher ( $p = 0.01$ ,  $p = 0.001$ ,  $p = 0.02$ , respectively). The MNA average values of individuals with poor appetite were found to be higher ( $p = 0.04$ ). A negative correlation was found between the GDS score of individuals considered normal according to MNA, PAL value, and dietary magnesium and phosphorus levels ( $p=0.04$ ,  $p=0.002$ ,  $p=0.03$ , respectively). A negative correlation was found between the GDS score of individuals at risk of malnutrition and dietary magnesium and phosphorus values ( $p = 0.03$ ,  $p = 0.05$ , respectively). No correlation was found between MNA and anthropometric measurements and biochemical findings.

There are a limited number of studies in the literature on the effects of nutrition on the etiology of depression. In our study, it was determined that the mean depression score values of elderly individuals who were at risk of malnutrition according to MNA were higher than normal individuals. In our study, it was observed that elderly individuals have a sedentary lifestyle and the physical activity values of individuals at risk of malnutrition are lower than normal individuals. However, a negative relationship was found between the amount of dietary magnesium and phosphorus and depression score values. Along with these results, the study also has limitations that must be acknowledged. The first limitation is that the study was designed as a cross-sectional study and therefore generalizations cannot be made, another

limitation is that the changes in the 24-hour food consumption and physical activity records of the elderly individuals included in the study were within their own statements. Therefore, it is thought that more comprehensive randomized controlled studies addressing the relationship between nutritional status, physical activity and depression status are needed.

## GİRİŞ

Son yıllarda sağlık alanında yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler, tüm dünyada ve ülkemizde bireylerin sağlıklı yaşam sürelerinin uzamasına ve toplumların yaşlı nüfus oranlarının artmasına yol açmıştır. Günümüzde yaşlı nüfus toplam dünya nüfusunun yaklaşık %10' unu oluşturmakta ve bu sayının 2050 yılında 2 katına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2019 yılı verilerine göre, ülkemizde 65 yaş ve üzeri nüfus oranı % 8.8'dir. Yaşlı nüfusunun artmasıyla birlikte bu dönemde ortaya çıkan kronik hastalıklar ve yaşlılıkla ilgili diğer pek çok hastalığın sayısında artış görülmektedir. Yaşlı bireylerin sayısı artmaya devam ettikçe, yaşlılara hastanede ve toplumda iyileştirilmiş sağlık hizmeti sağlanması zorunludur (4, 5).

Yaşlılık döneminde optimal bir beslenme durumu hastalıkların gelişimini önleyebilmek açısından çok önemli bir role sahiptir. Yetersiz ve dengesiz beslenme yaşlanmanın doğal bir bileşeni olmamasına rağmen, yaşlı bireyler fizyolojik, psikolojik ve sosyal risk faktörlerine bağlı olarak malnütrisyon riski altındadırlar. 65 yaş üzeri grupta malnütrisyon sıklığı çeşitli çalışmalarda farklılık göstermektedir. Yaşlılık döneminde malnütrisyon sıklığı, tüm dünyada yaklaşık %20-30 oranındadır. Bu oran ayaktan tedavi kurumlarında veya toplumda yaşayan yaşlılarda %5-15, hastaneye başvuran yaşlılarda %15-45, hastanede yatan yaşlılarda %20-65 ve kurumlarda kalan yaşlılarda ise %25-85 arasında değişiklik göstermektedir (6). Avrupa Klinik Nutrisyon ve Metabolizma Derneği (ESPEN) 2017 yılında güncellediği kılavuzunda malnütrisyonu, 'Besin alımındaki yetersizlik veya dengesiz beslenmeye bağlı

*vücut kompozisyonu ve vücut hücre kütlelerinin bozulması ile ortaya çıkan fiziksel ve mental fonksiyonların azalması ve hastalığın klinik sonucunun kötüleşmesi'* olarak yeniden tanımlamıştır (7). Yaşlı bireylerde oluşabilecek "malnütrisyon" ve "malnütrisyon riski" bireylerin daha sık hastaneye yatmasına, hastanede kalış sürelerinin uzamasına, daha sık komplikasyonlara (daha sık enfeksiyon, bası yarası vs) ve daha yüksek morbidite ve mortalite oranlarına neden olacak ve sonuçta hastanın tedavideki başarısının azalmasına ve tedavi maliyetinin yükselmesine sebebiyet verecektir. Yaşlı bireyler sıklıkla çoklu kronik morbiditeler ve karşılıklı etkileşimli sendromlardan kaynaklanan yüksek klinik karmaşıklık ile karakterize edilirler. Bununla birlikte ekonomik koşullar, yalnızlık gibi faktörler ve depresyon, alzheimer/demans gibi hastalıklar yaşlı bireylerin besin tüketimini olumsuz yönde etkileyerek malnütrisyonu sebep olabilir (8). Akut bakım ortamında protein-enerji malnütrisyonu (PEM) prevalansını değerlendiren çok merkezli çalışmalar, yaşlı hastaların %23-60'ının yetersiz beslendiğini ve tahminen %22-28'inin yetersiz beslenme riski altında olduğunu bildirmektedir (9). PEM, özellikle hastanede yatan hastalarda, hastanede uzamış kalış süresi ve enfeksiyonlar dahil olmak üzere yüksek komplikasyon oranları ile ilişkili güçlü ve bağımsız bir risk faktörüdür. Hastaneye yatışın ardından yatak istirahatinin ilk günlerinde, özellikle hastalıkla ilişkili iştah kaybı ve dolayısıyla yetersiz besin alımı olan hastalarda, dramatik kas kaybının meydana geldiğini gösteren güçlü kanıtlar vardır (9). Diğer sağlık hizmetleri ortamlarıyla karşılaştırıldığında, toplumda yaşayan yaşlı bireylerde PEM prevalansına ilişkin sınırlı literatür bulunmaktadır. Ancak bildirilen prevalans %5-30 aralığındadır (10-12).

Yaşlılarda PEM'in etiyolojisi çok faktörlüdür ve genellikle "dokuz d'ler" olarak adlandırılan fizyolojik, sosyal ve ekonomik parametrelerden (demans, disguzi, disfaji, ishal, depresyon, hastalık, zayıf dişlenme, işlev bozukluğu ve ilaçlar) oluşur (2). Depresyon, yaşlılık döneminde yaygın olarak görülen ve yaşlı nüfusu oldukça etkileyen psikiyatrik bir bozukluktur. Teşhis ve tedavide geç kalındığında ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir ve erken ölüme sebebiyet verebilir. Yaşlılarda depresyonun varlığı da PEM riskini

artırmaktadır. Depresyon tanı ve tedavisi gerçekleştirildiğinde yaşlı bireyin yaşam kalitesinde artış olmakta ve depresyonun tetikleyebileceği iştahsızlık sonucu oluşabilecek malnütrisyonun olumsuz sonuçları kontrol altına alınabilmektedir (3). Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerine (CDC) göre, depresyon genel yaşlı nüfusun yaklaşık %1-5'ini, evde bakıma ihtiyacı olan yaşlıların %13.5'ini ve hastanede yaşlı hastaların %11.5'ini etkilemektedir (13).

Bu çalışmada, 65 yaş ve üzeri bireylerde beslenme, fiziksel aktivite, depresyon ve malnütrisyon durumunun saptanması ve bu değişkenlerin duyu durumu üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## ANA METİN

Bu kesitsel çalışma, toplumda yaşayan 65 yaş üstü 120 birey ile yürütülmüştür. 65 yaş altı bireyler, tanısı konmuş herhangi bir psikiyatrik rahatsızlığı olan ve/veya çalışmaya katılmayı kabul etmeyen bireyler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Veri toplama aracı olarak kullanılan anket, araştırmacılar tarafından 120 bireye yüz yüze olarak uygulanmış ve çalışma Ocak-Nisan 2022 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bireylerin demografik özellikleri, genel sağlık durumları, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite durumları anket soruları ile sorgulanmıştır.

Bireylerin beslenme ve fiziksel aktivite durumları, 24 saatlik besin tüketim kaydı ve 24 saatlik fiziksel aktivite kayıtları alınarak değerlendirilmiştir (14,15). Bireylerin geriye dönük 24 saatlik besin tüketimleri araştırmacılar tarafından yüz yüze sorgulanmıştır. Besinlerin porsiyon bilgileri, ev ölçüleri [su bardağı, çay bardağı, kahve fincanı, kupa, yemek kaşığı (silme, tepeleme), kepçe, tatlı kaşığı, küçük, orta boy, büyük boy vb.] ile bilinen net miktarları kullanılarak doldurulmuştur. Bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri, soru kâğıdında yer alan 24 saatlik sürede uyku, oturarak geçirilen zaman, uzanarak geçirilen zaman, ayakta yapılan hafif aktiviteler vb. sorular ile belirlenmiştir. Her yapılan fiziksel aktivite maliyeti (PAR), aktivitenin yapıldığı süre ile çarpılarak, 24 saatlik toplam PAR değeri elde edilmiştir. Elde edilen toplam PAR değeri her birey için 24 saate bölünerek fiziksel aktivite düzeyi (PAL) değeri hesaplanmıştır (15).

Bireylerin antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu, kol ve baldır çevresi ölçümleri) araştırmacılar tarafından bizzat alınmıştır. Boy ölçümü birey dik pozisyonda Frankfurt düzleminde dururken (kulak kanalı ile orbita alt sınırı aynı hizada, bakışlar yere paralel iken) yapılmıştır (14). Vücut ağırlığı, sabah aç karnına, mümkün olan en az giysi ile ayakkabısız olarak yapılmıştır. Hastaların Beden Kütle İndeksi (BKİ) değerleri, vücut ağırlığı (kg)/boy uzunluğu (m)<sup>2</sup> formülü ile hesaplanmıştır (1). Üst orta kol çevresi ölçümü için; kol dirsekten 90o bükülüp, omuzda akromial çıkıntı ile dirsekte olekranon çıkıntı arası nokta işaretlenmiş, kolun bu noktadan çevresi mezura ile ölçülmüş, santimetre (cm) cinsinden kaydedilmiştir. Baldır çevresi ölçümü için; kişi sırt üstü yatarken bacak dizden 90o bükülmüş, en geniş baldır çevresinden ölçüm yapılmış ve elde edilen değer santimetre (cm) cinsinden kaydedilmiştir (14).

Bireylerin var ise son 3 ayda bakılmış bazı biyokimyasal bulguları; açlık kan şekeri (AKŞ), High Density Lipoprotein (HDL)-kolesterol, Low Density Lipoprotein (LDL)-kolesterol, total kolesterol ve Tiroit Stimulan hormon (TSH) düzeyleri değerlendirilmiş, Geriatrik Depresyon Ölçeği (GDÖ) ve Mini Nütrisyonel Değerlendirme (MNA- Mini Nutritional Assessment) testleri yapılmıştır.

Yaşlı bireylerde beslenme durumunun belirlenmesinde geçerlik ve güvenilirlik testi yapılmış olan ve sıklıkla kullanılan araçlar arasında olan MNA, Avrupa Parenteral ve Enteral Beslenme Derneği (ESPEN- European Society of Parenteral and Enteral Nutrition) tarafından yaşlı bireylerde kullanımı önerilen bir tarama testidir (16). MNA tarama testi dört bileşenden oluşmaktadır; Antropometrik ölçümler (BKİ, baldır ve orta kol çevresi ölçümleri); bireyin beyan ettiği sağlık durumu, beslenme durumu (ağırlık kaybı gibi) ve klinik sağlık durumu. MNA toplam 30 üzerinden puanlanır; <17 puan: "malnütrisyon", 17-23,5 puan: "malnütrisyon riski altında" ve >24 puan: "iyi beslenmiş" olarak sınıflandırılmıştır (16).

İlerleyen yaşla birlikte ortaya çıkabilen bilişsel işlevlerde ve gündelik aktivitelerde gerileme, sosyal ilişkilerde zayıflama, ekonomik durum-

da kötüleşme, kişinin yalnız yaşaması, sosyal destek sistemlerinin zayıf olması gibi etkenlerin depresyon görülme sıklığını arttırdığı bilinmektedir (17). Yaşlı bireylerde olası depresyon durumunu değerlendirmek için kullanılacak test olan GDÖ; Yesavage ve arkadaşları, tarafından yaşlı popülasyonu için oluşturulmuş 30 soruluk bir ölçektir (18). Ülkemiz için geçerlik güvenilirliği Ertan ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (19). Elde edilen toplam puan 'depresyon' puanını ifade eder. Bu puanın yükselmesi olası depresyon varlığına işaret eder.

Bu çalışma için XXXXX Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 28.01.2022 tarih ve 2 karar sayısı ile etik kurul onayı alınmış olup, çalışmaya katılan bireylerden yazılı onam alınmıştır.

## VERİLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Araştırma verileri, SPSS-22 yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Nitel ve nicel değişkenler için uygun tanımlayıcı değerler verilmiştir. Nitel değişkenler, sayı (n) ve yüzde (%) olarak belirtilirken, nicel değişkenler ortalama ve standart sapma ( $\pm$ SD) olarak belirtilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirrov/ Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak değerlendirilmiştir. Bağımsız iki grup arasında, sürekli değişkenler için non-parametrik Mann-Whitney-U testi, sayısal değişkenler arasındaki korelasyonların belirlenmesi için non-parametrik Spearman analizi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Bu çalışmaya alınacak birey sayısına karar vermek üzere istatistiksel güç (power) analizi uygulanmıştır. Güç analizi için G-Power yazılımı ile farklı örneklem sayılarına ilişkin güç değerleri hesaplanmıştır. Güç değerleri hesaplanırken %95 güven düzeyi ( $p < 0.05$ ) kapsamında sonuçlar belirlenmiştir. Gerçekleştirilecek olan araştırmaya koşut olarak referans çalışmadan (20) hareketle, depresyon puanı ile beslenme puanı arasındaki ilişkiyi betimlemek için uygulanmış Pearson korelasyon analizi sonucu ( $r = -0.464$ ) baz alınmıştır. Korelasyon analizi kapsamında güç analizi için elde edilmiş etki büyüklüğü değeri yaklaşık  $d = 0.464$  olarak hesaplanmıştır. Güç de-

ğerlerine göre bu çalışmada toplam 120 gözlem ile çalışıldığı takdirde yaklaşık %100 düzeyinde bir test gücüne ulaşılmaktadır. Hesapladığımız güç değeri %80'in üzerinde olduğu için istatistiksel açıdan yeterlidir. Ayrıca bu örneklem hacmi, projede kullanılan ölçeklerdeki madde sayısının 5 katından daha fazladır. Sonuç olarak güç analizine göre, araştırmada 120 gözlem ile araştırma yapılabileceği belirlenmiştir.

## SONUÇLAR

Araştırmaya dahil edilen 65 yaş üstü bireylerin yaş ortalaması  $72.38 \pm 5.38$  yıldır. Bireylerin büyük çoğunluğu, %55'i (s=66) eşi ile yaşadığını belirtirken, tek başına yaşadıklarını belirten bireylerin oranı %19.2 (s=23)' dir. Katılımcıların %93.3'ü (s=112) bir sağlık sorunu bulunduğunu ifade etmiştir. Çeşitli sağlık sorunlarına ilişkin diyet tedavisi alan bireylerin oranı ise %29.2 (s=35)' dir. Bireylerin %16.7' si (s=20) diyet tedavilerini bir diyetisyenden alırken %9.2'si (s=11) ise doktordan almayı tercih etmişlerdir. Geri kalan bireyler ise alınan tavsiyenin kalitesinin ve kanıt temelinin neredeyse hiç olmadığı çeşitli kaynaklardan edindiği bilgilerle veya kendi düşünceleriyle diyet yapmayı tercih etmişlerdir. Bireylerin %51'i (s=61) yemek hazırlama ve pişirmeye işlerini kendisi yapmaktadır. Bireylerin % 62.5' i diş protezi kullanmakta ve % 24.2'si yutma güçlüğü sorunları olduğunu ifade etmişlerdir. Bireylerin fiziksel aktivite kayıtları değerlendirildiğinde yaşlı bireylerin sedanter bir fiziksel aktivite düzeyine sahip oldukları görülmüştür ( $1.21 \pm 0.09$ ) (Tablo 1). Düzenli fiziksel aktivite yapan bireylerin oranı %55 iken, bireylerin %47.8'i her gün düzenli fiziksel aktivite yaptıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bireylerin %77.6'sı fiziksel aktivite türü olarak yürüyüş tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Bireylerin beslenme durumlarına ilişkin bazı verileri anket soruları ile değerlendirildiğinde, %62.5'i (s=75) iştah durumunun iyi olduğunu, %79.2'si (s=95) sofraya tuzu tüketmediğini belirtmişlerdir. Her zaman öğün atlayan bireylerin oranının %32.5 (s=39) olduğu ve en çok atlanan öğünün öğle öğünü (s=69, %57.5) olduğu görülmüştür. Çalışmaya alınan bireylerin %56.7'sinin (s=88) herhangi bir vitamin takviyesi kullanmadığı, vitamin takviyesi alan bireylerin ise en çok vitamin B12 takviyesi (%24.2, s=51) kullandığı

görülmüştür. Bireylerin demografik ve klinik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Çalışmaya katılan bireylerin beslenme durumları MNA'ya göre değerlendirildiğinde bireylerin %89.2'si (s=107) beslenme durumu normal %10,8'i (s=13) ise malnütrisyon riski altında olarak değerlendirilmiştir (Şekil 1). Malnütrisyon riski altında olan bireylerin GDÖ ortalama değerleri beslenme durumu normal olan bireylerin GDÖ ortalama değerinden daha yüksek bulunmuştur (p=0.02) (Tablo 2). Ayrıca malnütrisyon riski altında olan bireylerin fiziksel aktivite düzeyi (PAL) ortalama değerlerinin beslenme durumu normal olan bireylere göre daha düşük olduğu görülmüştür (p=0.04) (Tablo 2).

Ek sağlık sorunu olan, sağlık sorunu nedeniyle diyet uygulayan ve iştahı kötü olan bireylerin GDÖ skoru ortalama değeri daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla, p=0.01, p=0.001, p=0.02) İştah durumu kötü olan bireylerin MNA ortalama değerleri daha yüksek bulunmuştur (p=0.04). (Tablo 2).

MNA'ya göre normal olarak değerlendirilen bireylerin GDÖ skoru ile, PAL değeri, diyetle alınan magnezyum ve fosfor düzeyleri arasında negatif yönde bir korelasyon (sırasıyla p=0.04, p=0.002, p=0.03) bulunmuştur. Malnütrisyon riski altında olan bireylerin GDÖ skoru ile, diyetle alınan magnezyum ve fosfor değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon (sırasıyla p=0.03, p=0.05) bulunmuştur. MNA ile antropometrik ölçümler ve biyokimyasal bulgular arasında herhangi bir korelasyon bulunamamıştır.

Etiyolojisi tam olarak anlaşılamayan depresyon çoğu zaman teşhis edilememekte ve dolayısıyla tedavi edilmemektedir. Tedavi edilmeyen depresyonun yaşlı bireylerde çeşitli ağır klinik sonuçları oluşabilir. Tıbbi hizmetlerin kullanımının artmasına, yaşam kalitesinin olumsuz etkilenmesine ve ölüm oranlarının artmasına neden olabilir (21). Depresyon etiyojisinde beslenmenin etkileri ise daha az araştırılmış bir konudur. Beslenmenin zihinsel sağlık üzerindeki etkilerinin anlaşılması, ağır beslenme yetersizliklerinin nörolojik ve psikolojik etkilerinin gözlenmesinden kaynaklanmıştır. Yetersiz beslenme, bir ya da daha çok besin öğesinin eksikliğine yol açar

rak normal beyin işlevlerini; enzimatik aktivite, hücrel ve oksidatif süreçler, reseptör işlevleri, sinyal geçişi, nöronal dokunun tamiri gibi etkileyebilmekte ve psikolojik/psikiyatrik rahatsızlıklara yol açabilmektedir (21). Bunun yanı sıra yaşlılarda depresyonun varlığı malnütrisyon riskini de artırmaktadır (22). Çeşitli çalışmalar depresyonun yaşlılarda kilo kaybına katkıda bulunan önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (23,24). Depresyon, 50 yaşından önce bireylerde ağırlık alımıyla ilişkilendirilirken, bu yaştan son-

ra ağırlık kaybına neden olabilmektedir. Ayrıca, hastanede yatan ve toplum içinde yaşayan yaşlılarda yapılan çalışmalar, depresyonun beslenme durumunun bozulma riskini artırdığını göstermiş ve yetersiz beslenen hastaların depresyon puanlarının daha yüksek olduğunu bildirmiştir (25,26). Çalışmamızda da MNA'ya göre malnütrisyon riski altında olan yaşlı bireylerin (%10.8) GDÖ ortalama değerlerinin normal bireylere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte iştah durumunun kötü olduğunu

**Tablo 1.** Demografik ve klinik bulgular

Değişken	Değer
Yaş, ( $\bar{X} \pm SD$ ), yıl	72.38 $\pm$ 5.83
Cinsiyet (E/K), s (%)	48(40)/72(60)
Hane toplam kişi sayısı	2.2 $\pm$ 1.07(1-7)
Medeni durum, s (%)	
Evli	82 (68.3)
Bekar	38 (31.7)
Sigara, s (%)	
Evet	10 (8.4)
Hayır	66 (55.0)
Bıraktım	44 (36.6)
Geriatrik depresyon ölçeği skoru, ( $\bar{X} \pm SD$ )	3.20 $\pm$ 3.15
Antropometrik ölçümler	
Beden kütle indeksi ( $\text{kg/m}^2$ ), ( $\bar{X} \pm SD$ )	30.43 $\pm$ 5.39
Üst orta kol çevresi (cm)	32.59 $\pm$ 4.30
Baldır çevresi (cm)	39.14 $\pm$ 6.56
Bel çevresi (cm)	104.74 $\pm$ 12.44
Bel/boy oranı	0.64 $\pm$ 0.08
Fiziksel aktivite durumları, ( $\bar{X} \pm SD$ )	
Fiziksel aktivite düzeyi (PAL)	1.21 $\pm$ 0.09
Düzenli fiziksel aktivite, s (%)	
Yapıyor	66 (55)
Yapmıyor	54(45)
Bazı biyokimyasal bulgular, ( $\bar{X} \pm SD$ )	
AKS (mg/dl)	130.93 $\pm$ 59.87
HDL (mg/dl)	48.63 $\pm$ 12.31
LDL(mg/dl)	114.47 $\pm$ 33.78
Total kolesterol (mg/dl)	196.63 $\pm$ 40.96
Trigliserit (mg/dl)	174.37 $\pm$ 86.31
TSH (mIU/L)	1.93 $\pm$ 1.64

s=sayı,  $\pm SD$ =Aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapma

bildiren hastaların hem MNA hem de GDÖ ortalama değerlerinin iştah durumu normal olan bireylerin değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kas kütlesi ve işlevindeki azalma, yaşlanmayla ilişkili en sorunlu değişikliklerden birini temsil eder ve özerklik ve yaşam kalitesi üzerinde dra-

matik etkiler yaratır. Mitokondriyal ve otofaji fonksiyon bozukluğu ve kas kök hücrelerinin yenilenme kapasitesinin eksikliği gibi çeşitli faktörler, sarkopeninin amansız sürecine katkıda bulunur. Kas kütlesindeki ve motor nöron işlevselliğindeki yaşlanmayla ilişkili fizyolojik düşüş, yaşlı insanlara eşlik eden hareketsiz yaşam tarzıyla daha da kötüleşmektedir. Düzenli fiziksel

**Tablo 2.** MNA'ya göre değerlendirilen yaşlı bireylerin beslenme durumları, GDÖ ve diğer bazı değerler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

MNA	Risk altında (s=13)	Normal beslenme durumu (s=107)	p
GDÖ skoru	5.0±3.24	2.99±3.08	0.02*
PAL değeri	1.18±0.09	1.22±0.09	0.04*
<b>Ek sağlık sorunu</b>	<b>Evet (s=112)</b>	<b>Hayır (s=8)</b>	
MNA puanı	13.2±1.45	14.0±0.01	0.06
GDÖ skoru	3.38±3.18	0.75±0.70	0.01*
<b>İştah durumu</b>	<b>Kötü (s=10)</b>	<b>İyi (s=110)</b>	
MNA puanı	13.35±1.31	12.2±2.09	0.04*
GDÖ skoru	7.00±3.23	2.86±2.92	0.001**
<b>Diyet Uygulama Durumu</b>	<b>Evet (s=35)</b>	<b>Hayır (s=84)</b>	
MNA puanı	12.77±2.00	13.47±1.03	0.09
GDÖ skoru	4.2±3.22	2.83±3.05	0.02*

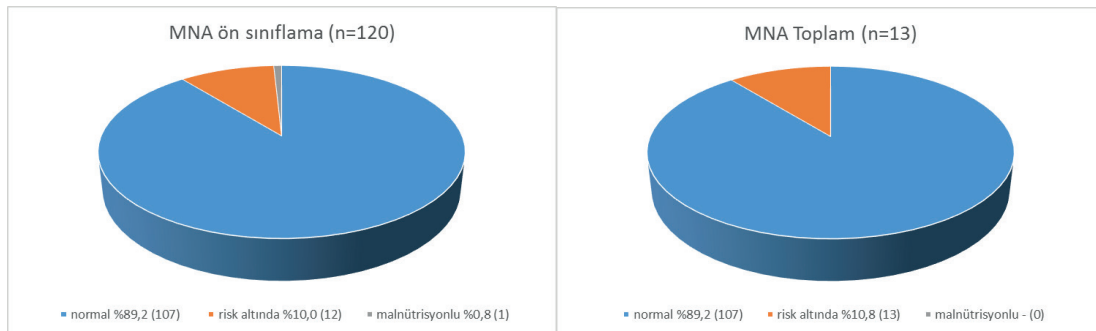
Mann-Whitney U testi, \*p<0.05, \*\*p<0.001

**Tablo 3.** MNA'ya göre değerlendirilen yaşlı bireylerde GDÖ ile PAL değeri ve bazı minerallerin diyetle alımı arasındaki korelasyonların değerlendirilmesi

Değişkenler	Risk altında		Normal beslenme durumu	
	r	p	r	p
GDÖ				
PAL değeri	-0.097	0.75	-0.196	0.04*
Diyetle alınan magnezyum miktarı (mg/dl)	-0.577	0.03*	-0.227	0.002**
Diyetle alınan fosfor miktarı (mg/dl)	-0.552	0.05*	-0.207	0.03*

Spearman korelasyon analizi, \*p<0.05, \*\* p<0.01.

**Şekil 1.** Yaşlı Bireylerin MNA'ya göre beslenme durumlarının değerlendirilmesi





aktivite çoğu insan için faydalıdır, ancak yaşlıların kas kütlelerini ve dolayısıyla hem fonksiyonel yeteneği hem de yaşam kalitesini arttırması bakımından son derece önemlidir (27). Çalışmamızda düzenli fiziksel aktivite yapan yaşlı bireylerin oranı ortalama düzeydedir ve yaşlı bireylerin 24 saatlik fiziksel aktivite kayıtlarına göre bireylerin sedanter bir yaşam tarzları vardır. Malnütrisyon riski ile PAL değeri arasındaki ilişkiyi değerlendirdiğimizde, malnütrisyon riski taşıyan bireylerin PAL ortalama değerlerinin normal bireylere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Çok sayıda çalışma, fiziksel fonksiyonel bağımlılığa sahip yaşlı yetişkinlerin genellikle daha yüksek yetersiz beslenme riski altında olduğunu göstermiştir (28,29). Düşük fiziksel aktivite seviyeleri, orta yaşta başlayan kas lifi azalmasının yanı sıra sarkopeni için ana risk faktörleri arasındadır. Bu, klinik açıdan önemlidir, çünkü her ikisi de normal günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmek için gerekli olan güç ve egzersiz kapasitesinin azalmasına yol açar. 60 ila 80 yaşları arasında hızlanan bu iskelet kasi kütle kaybı, yaş, BKİ, yaşam tarzı, fiziksel performans, sağlık durumu veya vücut kompozisyonundan bağımsız olarak tüm nedenlere bağlı ölümlerin belirleyicisidir (30). Hainan eyaletinde yaşayan 100 yaş ve üzeri 1002 kişide yapılan bir çalışmada, yetersiz beslenmenin, özellikle günlük aktivitelerinde bozulma olan asırlık kişilerde depresyonla pozitif yönde ilişkili olduğu gösterilmiştir (31). Çalışmamızda normal bireylerde PAL değeri ile GDÖ değerleri arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiş buna karşılık risk altında olan bireylerde PAL değeri ile GDÖ arasında bir korelasyon saptanmamıştır. Bu durumun malnütrisyon riski taşıyan bireylerin normal bireylere göre zaten düşük olan PAL değerlerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Beslenme ve beslenme alışkınlıkları depresyon ve anksiyete ile ilişkilidir. Yaşlı bireylerde kas gücü yaşam kalitesi ve kemik mineral metabolizması üzerine yapılan bir çalışmada düşük vitamin D, kalsiyum, fosfor ve albümin seviyeleri ile kişinin beyan ettiği depresyon veya anksiyete ile anlamlı ilişkiler olduğu ortaya konmuştur (32). Bu çalışmada, diyetle alınan magnezyum ve fosfor miktarı beslenme durumu normal ve malnütrisyon riski olan bireylerin GDÖ değerleri ile negatif

ilişki bulunmuştur. Magnezyum (Mg) vücutta en bol bulunan dördüncü mineraldir. Adenozin trifosfat (ATP) metabolizması için çok önemli olduğu 300'den fazla enzimatik reaksiyon için bir kofaktör olarak kabul edilmiştir. Mg, DNA ve RNA sentezi, üreme ve protein sentezi için gereklidir. Ayrıca Mg, kas kasılması, kan basıncı, insülin metabolizması, kalp uyarılabilirliği, vazomotor tonu, sinir iletimi ve nöromusküler iletimin düzenlenmesi için gereklidir. Serum Mg durumundaki dengesizlikler, özellikle de hiper-magnezemi'den daha yaygın olarak görülen hipomagnezemi, istenmeyen nöromusküler, kalp veya sinir bozuklukları ile sonuçlanabilir (33). Son yıllarda yapılan az sayıda çalışmada, diyetle alınan Mg miktarı ile depresyon arasında negatif yönlü bir ilişki gösterilmektedir. İspanya'da 65 yaş üstü yaşlılar üzerinde yapılan bir araştırmada, magnezyum alımı ile depresif belirtiler arasında negatif bir ilişki olduğu gösterilirken (34) Japon çalışanlarda, 19 ila 69 yaşları arasındaki 2006 yetişkin üzerinde yapılan bir araştırmada, diyet ile daha yüksek magnezyum alımının artan depresyon vakası ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (35). Ancak bu bulgular tartışmalıdır ve depresyon ile magnezyum alımı arasındaki ilişkinin altında yatan mekanizma tam olarak açık değildir. Bu ilişki çeşitli patofizyolojik yollardan kaynaklanabilir. Magnezyumun güçlü anti inflamatuvar etkileri vardır. Mg 'un, triptofan hidroksilazın bir kofaktörü ve in vitro serotonin reseptörüne bağlanma için gerekli olduğunu, N-metil-D-aspartat reseptör kompleksinin güçlü bir antagonisti olduğu ve Mg 'un depresyonla ilişkili olan sistemik inflamasyonun azaltılmasına katkıda bulunabileceği de düşünülmektedir (36).

Bu çalışmanın kesitsel bir çalışma olması nedeniyle toplumun genelini yansıtacak bir çıkarım yapılamaması araştırmamın sınırlılıkları arasında bulunmaktadır. Bununla birlikte çalışmaya alınan yaşlı bireylerin 24 saatlik besin tüketimi ve fiziksel aktivite kaydındaki değişikliklerin kendi beyanları dahilinde olması çalışmanın bir diğer sınırlılık durumunu oluşturmaktadır.

Sonuç olarak çalışmamızda, malnütrisyon riski olan 65 yaş ve üzeri bireylerin fiziksel olarak daha az aktif olduğu ve bu bireylerde depresyon skorunun beslenme durumu normal olan birey-

lere göre daha yüksek olduğu, ayrıca diyetle alınan düşük magnezyum ve fosfor tüketiminin daha yüksek depresyon skoru ile ilişkili olduğu görülmüştür. Yaşlı bireylerde malnütrisyon, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite durumunun bireylerin duygu durumları ile ilişkili olduğu ve bu konuyu ele alan daha kapsamlı randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

1. <https://www.who.int/>, World Health Organization, (Haziran, 2022)
2. Edington, J., Boorman, J., Durrant, E. R., Perkins, A., Giffin, C. V., James, R., Thomson, J. M., Oldroyd, J. C., Smith, J. C., Torrance, A. D., Blackshaw, V., Green, S., Hill, C. J., Berry, C., McKenzie, C., Vicca, N., Ward, J. E., & Coles, S. J. (2000). Prevalence of malnutrition on admission to four hospitals in England. The Malnutrition Prevalence Group. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 19(3), 191–195. <https://doi.org/10.1054/clnu.1999.0121>
3. Norman, K., Haß, U., & Pirlich, M. (2021). Malnutrition in Older Adults-Recent Advances and Remaining Challenges. *Nutrients*, 13(8), 2764. <https://doi.org/10.3390/nu13082764>
4. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yasli-lar-2020-37227>. (Haziran, 2022)
5. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health/>, World Health Organization. Ageing and health. (October 2021). (Haziran, 2022)
6. Bozoğlu, E. Öztürk, A. (2016). Malnütrisyonun Tanımı, Sıklığı ve Etiyolojik Faktörler. *Türkiye Klinikleri-Geriatri Özel Konular, Yaşlılarda Beslenme ve Beslenme Bozuklukları Özel Sayısı*, 2(1):7-15.
7. Cederholm, T., Barazzoni, R., Austin, P., Balmer, P., Biolo, G., Bischoff, S. C., Compber, C., Correia, I., Higashiguchi, T., Holst, M., Jensen, G. L., Malone, A., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Pirlich, M., Rothenberg, E., Schindler, K., Schneider, S. M., de van der Schueren, M. A., Sieber, C., ... Singer, P. (2017). ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 36(1), 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.004>
8. Baysal, A. (2020). Yaşlılıkta Beslenme. Ankara: Hatiboğlu Yayınları.
9. Merker, M., Gomes, F., Stanga, Z., & Schuetz, P. (2019). Evidence-based nutrition for the malnourished, hospitalised patient: one bite at a time. *Swiss medical weekly*, 149, w20112. <https://doi.org/10.4414/sm.w.2019.20112>
10. Leggo, M., Banks, M., Isenring, E., Stewart, L., Tweeddale, M. (2008). A quality improvement nutrition screening and intervention program available to home and community care eligible clients. *Nutrition & Dietetics* 65,162–7.
11. Cuervo, M., García, A., Ansorena, D., Sánchez-Villegas, A., Martínez-González, M., Astiasarán, I., & Martínez, J. (2009). Nutritional assessment interpretation on 22,007 Spanish community-dwelling elders through the Mini Nutritional Assessment test. *Public health nutrition*, 12(1), 82–90. <https://doi.org/10.1017/S136898000800195X>
12. Visvanathan, R., Macintosh, C., Callary, M., Penhall, R., Horowitz, M., & Chapman, I. (2003). The nutritional status of 250 older Australian recipients of domiciliary care services and its association with outcomes at 12 months. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(7), 1007–1011. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2003.51317.x>
13. <https://www.cdc.gov/aging/mentalhealth/depression.htm/>, Centers for Disease Control and Prevention, “Depression is Not a Normal Part of Growing Older,” Division of

- Population Health, January, 2017. (Temmuz, 2023)
14. Baysal, A. (2017). Beslenme. Hatiboğlu yayınları, Ankara.
  15. Pekcan, AG. (2016). Diyet El Kitabı 9.baskı. Editör: Baysal A. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, s: 67-142.
  16. Cereda E. (2012). Mini nutritional assessment. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 15(1), 29–41. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32834d7647>
  17. Nuchols, C. (2013). American Psychiatric Association, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition," American Psychiatric Publishing, Washington, D.C. Pages 160-168.
  18. Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of psychiatric research*, 17(1), 37–49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)
  19. Ertan, T., Eker, E., Şar, V. (1997). Geriatrik depresyon ölçeğinin Türk yaşlı nüfusunda geçerlik ve güvenilirliği. *Nöropsikiyatri Arşivi* 34(1),67–71.
  20. Balcı, E., Şenol, V., Eşel, E., Günay, O., Elmalı, F. (2012). 65 yaş ve üzeri bireylerin depresyon ve malnutrisyon durumları arasındaki ilişki. *Turkish Journal of Public Health*. 10(1), 37-43
  21. Smoliner, C., Norman, K., Wagner, K. H., Hartig, W., Lochs, H., & Pirlich, M. (2009). Malnutrition and depression in the institutionalised elderly. *The British journal of nutrition*, 102(11), 1663–1667. <https://doi.org/10.1017/S0007114509990900>
  22. Agarwal, E., Miller, M., Yaxley, A., & Isenring, E. (2013). Malnutrition in the elderly: a narrative review. *Maturitas*, 76(4), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.07.013>
  23. Morley, J. E., & Kraenzle, D. (1994). Causes of weight loss in a community nursing home. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(6), 583–585. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1994.tb06853.x>
  24. Blaum, C. S., Fries, B. E., & Fiatarone, M. A. (1995). Factors associated with low body mass index and weight loss in nursing home residents. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 50(3), M162–M168. <https://doi.org/10.1093/gerona/50a.3.m162>
  25. German, L., Feldblum, I., Bilenko, N., Castel, H., Harman-Boehm, I., & Shahar, D. R. (2008). Depressive symptoms and risk for malnutrition among hospitalized elderly people. *The journal of nutrition, health & aging*, 12(5), 313–318. <https://doi.org/10.1007/BF0298266>
  26. Cabrera, M. A., Mesas, A. E., Garcia, A. R., & de Andrade, S. M. (2007). Malnutrition and depression among community-dwelling elderly people. *Journal of the American Medical Directors Association*, 8(9), 582–584. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2007.07.008>
  27. Agostini, D., Gervasi, M., Ferrini, F., Bartolacci, A., Stranieri, A., Piccoli, G., Barbieri, E., Sestili, P., Patti, A., Stocchi, V., & Donati Zeppa, S. (2023). An Integrated Approach to Skeletal Muscle Health in Aging. *Nutrients*, 15(8), 1802. <https://doi.org/10.3390/nu15081802>
  28. Tramontano, A., Veronese, N., Giantin, V., Manzato, E., Rodriguez-Hurtado, D., Trevisan, C., De Zaiacomo, F., & Sergi, G. (2016). Nutritional status, physical performance and disability in the elderly of the Peruvian Andes. *Aging clinical and experimental research*, 28(6), 1195–1201. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0591-9>
  29. Groce, N., Challenger, E., Berman-Bieler, R., Farkas, A., Yilmaz, N., Schultink, W., Clark, D., Kaplan, C., & Kerac, M. (2014). Malnutrition and disability: unexplored opportunities for collaboration. *Paediatrics and international child health*, 34(4), 308–314. <https://doi.org/10.1179/2046905514Y.0000000156>

30. Szulc, P., Munoz, F., Marchand, F., Chapurlat, R., & Delmas, P. D. (2010). Rapid loss of appendicular skeletal muscle mass is associated with higher all-cause mortality in older men: the prospective MINOS study. *The American journal of clinical nutrition*, *91*(5), 1227–1236. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28256>
31. Song, Y., Han, K., Jia, W. P., Wang, S. S., Zhu, Q., Ning, C. X., Liu, M., Zhao, Y. L., & He, Y. (2022). *Zhonghua yi xue za zhi*, *102*(2), 114–118. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112137-20210520-01171>
32. Verde, Z., Giaquinta, A., Sainz, C. M., Ondina, M. D., & Araque, A. F. (2019). Bone Mineral Metabolism Status, Quality of Life, and Muscle Strength in Older People. *Nutrients*, *11*(11), 2748. <https://doi.org/10.3390/nu11112748>
33. Atalay B.G. Akciğer hastalıkları ve magnezyum. Mercanlıgil SM, editör. Sağlıkta, Hastalıklarda ve Özel Durumlarda Magnezyum. 1. Baskı. Ankara: *Türkiye Klinikleri*; 2020. p.35-9.
34. Aparicio, A., Robles, F., López-Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2013). Dietary glycaemic load and odds of depression in a group of institutionalized elderly people without antidepressant treatment. *European journal of nutrition*, *52*(3), 1059–1066. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0412-7>
35. Miki, T., Kochi, T., Eguchi, M., Kuwahara, K., Tsuruoka, H., Kurotani, K., Ito, R., Akter, S., Kashino, I., Pham, N. M., Kabe, I., Kawakami, N., Mizoue, T., & Nanri, A. (2015). Dietary intake of minerals in relation to depressive symptoms in Japanese employees: the Furukawa Nutrition and Health Study. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *31*(5), 686–690. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.11.002>
36. Sun, C., Wang, R., Li, Z., & Zhang, D. (2019). Dietary magnesium intake and risk of depression. *Journal of affective disorders*, *246*, 627–632. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.12.114>

Research Article

# Physicochemical and sensory evaluation of cookies from germinated maize (*Zea mays*)-kpaakpa (*Hildegardia barteri*) - blanched plantain (*Musa paradisiaca*) composite flour

Josephat Ikechukwu Anyadioha  <sup>1\*</sup>

Roseline Nwabugo Attaugwu  <sup>2</sup>

1 Department of Food Science and Technology, Madonna University Nigeria, Akpugo Campus, Enugu State, Nigeria.

2 Department of Food, Nutrition and Home Science, Kogi State University, Anyigba, Kogi State, Nigeria.

## Article info

### Keywords:

*Hildegardia barteri*, cookies, physicochemical, sensory properties

Received: 25.04.2023

Accepted: 24.10.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2283

Anyadioha & Attaugwu; Physicochemical and sensory evaluation of cookies from germinated maize (*Zea mays*)-kpaakpa (*Hildegardia barteri*) - blanched plantain (*Musa paradisiaca*) composite flour

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

### Corresponding Author(s):

\* Josephat Ikechukwu Anyadioha,  
[anyadioha@madonnauniversity.edu.ng](mailto:anyadioha@madonnauniversity.edu.ng)

## Abstract

Composite flours are recently manufactured not only to improve the desired functional properties of end products based on them but also to improve nutritional composition. This study is aimed at determining the physicochemical qualities and sensory properties of composite flour cookies. Germinated maize (*Zea mays*), *Hildegardia barteri* ("Kpaakpa"), and blanched plantain (*Musa paradisiaca*) flour were processed into flours and mixed into various blends using a mixture design. Cookies were produced from the composite flours using the creaming method. The physicochemical and organoleptic properties of the cookies were evaluated. The proximate results showed that increasing the level of *Hildegardia barteri* flour in the mixture enhanced the protein, fat, ash, and crude fiber contents of the cookies. Micronutrient results showed that iron and zinc increased with the high inclusion of *Hildegardia barteri* flour. The cookies' physical properties did not significantly deviate from the control sample. The panelists' mean score for overall acceptability ranged from 2.65 – 7.75 for all of the samples using HMP<sub>1</sub> and HMP<sub>9</sub> scoring the lowest. Most of the samples had sensory scores above the midpoints and were generally perceived as acceptable by the panelists. Cookies made with 33.3% of each component were most preferable as they were found to be the best in terms of overall quality. The results obtained from this study

*Toros University Journal of Nutrition and Gastronomy-JFNG, 2023 (2) 137-149*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

demonstrate the possible use of the *Hildegardia barteri*-based composite flours in bakery products up to 50 % level of substitution. This information can be used for designing food processing protocols which will target consumer requirements and overall acceptability.

## INTRODUCTION

Cookies are biscuits that are widely accepted and consumed in many developing countries and other parts of the world. They are high in carbohydrates, fat, and calorie, but low in fiber, vitamins, protein, and minerals. Conventionally, cookies are produced from wheat flour or wheat-based composite flour. These flours are predominantly carbohydrate and are limited in lysine and other nutrients such as vitamins and minerals. This has led to novel biscuit formulations with improved functionality and nutritive value. Composite flour describes the blend of various proportions of flour from other food commodities such as cereals, legumes, roots, and tubers with or without wheat flour (1). The manufacture of composite flours is aimed at improving the desired functional properties of the finished products made from them and also enhancing the nutritional composition (2). The use of other cereals to substitute wheat has an economic advantage and

the nutritional deficiencies of wheat flour can as well be overcome by these cereal substitutions. The use of non-wheat composite flour (maize), plantain flour containing functional ingredients with protein-rich legume ("*Kpaakpa*") flour in proportions that will improve protein intake which will help to overcome the low protein quality of cereal-based cookies and other bakery products were the basis of this research. *Hildegardia barteri* ("*kpaakpa*") is one of the lesser-known legumes: that is consumed in a few rural communities in Ebonyi and Enugu states of Southeastern Nigeria, as a soup condiment and for chewing after it is roasted. Currently, it has no commercial value. Extensive research on various applications of *Hildegardia barteri* flour especially in convenience foods will further generate scientific information that contributes immensely to the nutritional well-being of diverse human diets. Specifically, the aim of this study is to determine the physicochemical properties, micronutrient composition and sensory properties of composite flour cookies.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

*Hildegardia barteri* seeds were obtained from the independent Layout Area of Enugu. Maize, plantain, and other materials- wheat flour, baking soda, granulated sugar, fat, flavor, etc were purchased from Ogbete Market, Enugu, Nigeria.

**Table 1.** Percentage of each ingredient of ten formulations of *H. barteri*, germinated maize and blanched plantain flours respectively

Blend no.	<i>H. barteri</i>	Germinated Maize	Plantain
1	100	0	0
2	50	50	0
3	0	100	0
4	33.3	33.3	33.3
5	0	0	100
6	0	50	50
7	50	0	50
8	16.7	16.7	66.7
9	66.7	16.7	16.7
10	16.7	66.7	16.7

### Experimental design/ formulation of flour blends

This research was designed using Minitab software version 14.0. It had a mixture response surface methodology with three components (Germinated maize flour (GMF), *Hildergardia barteri* flour (HBF), and blanched unripe plantain flour (BPF)) making a total of ten runs. Flour blends of HBF and BPF were prepared to fit into the experimental design as shown in Table 1. The flours were thoroughly blended at predetermined proportions using a Panasonic MX-AC 2105 blending machine to obtain a homogenous mixture.

### Cookies production

The recipe for digestive biscuits as described by Okaka (3) was used for making the cookies samples. The percentage of the major ingredients used were as follows: Flour 46.7 %, Fat 18.7 %, sugar 11.7 %, Milk powder 7.0 %, Baking powder 0.5 %, Vanilla flavor 0.1 %, Nutmeg 0.1 %, Salt 0.5 %, and Egg 14.6 %.

### Procedure

The fat and sugar were mixed thoroughly until both formed a homogenous mixture (fluffy). The beaten egg was added to fluffy during the mixing for a total of 30 min. Other ingredients (flour, milk powder, salt and baking powder, Vanilla, and Nutmeg) were thoroughly mixed in a separate bowl and added to the cream mixture to form a dough. The dough was rolled and cut into circular shapes which was 5 cm in diameter. Baking was carried out at 185 °C for 15-25 min. Baking was terminated when the cookies gained developed golden brown color. Cookie samples were removed from the oven, allowed to cool at ambient temperature (29 °C) for 30 min, and stored in cellophane bags prior to evaluation.

## METHODS

The chemical and micronutrient composition, physical properties, and organoleptic properties of the cookies were determined using standard analytical methods.

### Chemical composition of cookies

All the cookie samples were evaluated for proximate composition using standard procedures of AOAC (4). The carbohydrate content of each cookie sample was calculated by difference (5). The calculation was made by the equation:

$$\text{Carbohydrate (\%)} = 100 - (\text{Moisture} + \text{Protein} + \text{Fat} + \text{Ash} + \text{Fiber}) \quad (1)$$

The method of Onuh *et al.* (6) was used to evaluate the food energy content of each cookie. This was determined by multiplying the percentages of crude protein, carbohydrate and fat by the Atwater constants of 4, 4 and 9 respectively, and adding the figures together.

$$\text{Energy content} = (4 \times \text{Protein \%}) + (4 \times \text{Carbohydrate \%}) + (9 \times \text{Fat \%}) \quad (2)$$

### Micronutrient Analysis

Vitamin B1 (Thiamin), vitamin B2 (Riboflavin), vitamin B3 (Niacin), iron, and zinc were determined in the cookies using standard methods of AOAC (4).

Prior to mineral analysis, the mineral was initially extracted from each sample according to the dry Ash extraction methods of Chapman and Pratt (7).

Atomic Absorption Spectrophotometer (model 320N) was used to determine the nutritionally important minerals, iron and zinc.

### Physical properties of cookies

The diameter, weight, stack height, thickness, and Spread ratio of the cookies were measured. The diameter (D) of the cookies was determined according to the method of AACC (8).

## Sensory evaluation

The 9-point Hedonic scale for product acceptance testing following the Iwe (9) method was adopted. Twenty-five (25) partially trained panelists were selected randomly from the Food Science and Technology Department Students and some staff of Madonna University, Nigeria, Akpugo Campus Enugu State in order to evaluate the consumer acceptance of each of the cookies. The panelist assessed the cookies for appearance, flavor, texture, mouth feel, crispness, and overall acceptability on a 1–9- point hedonic scale.

## Statistical analysis

The data obtained from the evaluation of the physicochemical and sensory properties of the cookies were statistically analyzed to compare different sources of variance within a data set and to test whether two or more groups differ from each other significantly in one or more characteristics. This was done by using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Version 17.0 for Windows, SPSS Inc. Illinois, USA). The Least Significant Difference (LSD) was used for mean separation. Statistical significance was accepted at a 0.05 level of probability ( $p \leq 0.05$ ).

## Results and discussion

The results of the proximate composition of the cookies are presented in Table 2. The results showed that the protein content ranged from 5.56 - 11.48 g/100 g in cookies made with H100:M0.0:P0.0: ratios having the highest value while that made with H<sub>16.7</sub>M<sub>66.7</sub>P<sub>16.7</sub>: ratios had the lowest value. Samples H<sub>100</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>0.0</sub>, H<sub>33.3</sub>M<sub>33.3</sub>P<sub>33.3</sub>, H<sub>50.0</sub>M<sub>50.0</sub>P<sub>0.0</sub> and H<sub>66.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>16.7</sub> recorded values ranging from 10.18 - 11.48. These high protein levels were observed to be due to the high level of *Hildegardia barteri* (*Kpaakpa*) flour incorporation into the flour. The observed increase in protein values of the cookies sample could be attributed to the rich protein composition of *Hildegardia barteri* as reported in an earlier study by Anyadioha *et al.*, (10). These results were also complied with the reports of a recent study which suggested usage of legume flours for improving the protein contents of cereal-based flours (11). The results obtained from sample H<sub>100</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>0.0</sub> (11.48±0.67)

H<sub>50.0</sub>M<sub>50.0</sub>P<sub>0.0</sub> (10.13±0.88) H<sub>33.3</sub>M<sub>33.3</sub>P<sub>33.3</sub> (10.64±0.04) and H<sub>66.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>16.7</sub> (10.18±0.03) were in line with the FAO/WHO minimum standard for protein content of 10 % (12).

The values for fat ranged from 3.94 -12.5 with sample H<sub>100</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>0.0</sub> and H<sub>16.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>6.7</sub> having the highest and least values respectively. The fat content was generally high, especially with increasing levels of *Hildegardia barteri* flour addition. This could be attributed to the very high level of fat contained in *Hildegardia barteri* flour. The fatty acid profile of *Hildegardia barteri* had been reported to contain a percentage unsaturated fatty acid of Oleic (C18:1) (omega 9) 0.03, Linoleic (C18:2) (Parent omega 6) 1.43, Linolenic (C18:3) 21.5 respectively (13). Therefore, cookies made with *Hildegardia barteri* flour substitute could supply the body with this special type of protective essential fatty acid which the body could not synthesize.

The results obtained for crude fiber, ash, and carbohydrate of the cookies ranged from 1.66 - 2.61, 1.85 - 3.86, 60.31 - 81.15 % respectively. The crude fiber of all the cookie samples was within the FAO/WHO standard ( $\leq 5$  % dietary fiber per 100 g dry matter). The value ranged from 1.66-2.91 with sample H<sub>16.7</sub>M<sub>66.7</sub>P<sub>16.7</sub> having the highest value while H<sub>33.3</sub>M<sub>33.3</sub>P<sub>33.3</sub> having the least. It was observed that the percentage of crude fiber increased by increasing substitution of maize and *Hildegardia barteri* (*Kpaakpa*) flour respectively. This may be due to the high level of crude fiber obtained in the original component flours. Fiber plays a significant role in the digestion and absorption of food in the human body.

The values recorded for ash content were above the Standard Organization of Nigeria (SON) standard (14) of 2.0 % except for samples H<sub>33.3</sub>M<sub>33.3</sub>P<sub>33.3</sub>, H<sub>16.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>66.7</sub> and W<sub>100</sub> which had 1.96, 1.96 and 1.85 % ash content respectively. These values did not vary significantly ( $P < 0.05$ ) from the 2.0 % SON stipulated standard. Sample H<sub>50.0</sub>M<sub>50.0</sub>P<sub>0.0</sub> had the highest ash content of 3.86 %.

The cookies made from the ternary blends had carbohydrate values ranging from 71.65 to 73.76 %. The cookies made from increasing levels of



*Hildegardia barteri* (Kpaakpa) flour recorded low carbohydrate values.

The moisture of samples  $H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$  and  $H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$  were significantly the highest. Generally, the values obtained from this study were above the maximum standard moisture of 6 % which is recommended by the Standard Organization of Nigeria (14). However, these values deviated from the results obtained by Okpala et al. (1) and Okpala et al. (15), who reported that the moisture content of cookies below 10 % is less likely to cause any adverse effect on the product.

The energy content of the cookie samples ranged from 363.10 kJ/100 g ( $H_{0.0}M_{50.0}P_{50.0}$ ) to 407.99 kJ/100 g (control). From Table 2, an inverse relationship between energy content and fiber

was observed. Sample  $H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$ ,  $H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$  and  $W_{100}$  had low fibers and high energy content respectively indicating that high-fiber foods tend to have low energy and vice versa.

The vitamin and mineral content of cookies made from blends of germinated *Hildegardia barteri* (Kpaakpa), germinated maize, and blanched plantain are shown in Table 3 below.

Vitamin B1, B2, and B3 content of the cookies ranged from 0.01 - 0.47 mg/100 g, 0.26 - 5.1 mg/100 g, and 0.19 -1.6 mg/100 g respectively. Sample  $H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$  recorded the highest Vitamin B1 value while the reference sample (100 % wheat flour cookies) had the lowest value of 0.01 mg/100 g. Vitamin B1 is good for circulation, carbohydrate metabolism, cognitive activity, brain function, and nervous system health (16).

Table 2. Proximate composition of cookies (%)

Sample	Protein	Ash	Moisture	Fiber	Fat	CHO	Energy (KJ/100 g)
$H_{100}M_{0.0}P_{0.0}$	11.48±0.67 <sup>a</sup>	3.39±0.01 <sup>b</sup>	7.9±0.14 <sup>ab</sup>	2.49±0.01 <sup>ab</sup>	12.5±0.14 <sup>a</sup>	60.31±0.07 <sup>c</sup>	400.86±0.02 <sup>ab</sup>
$H_{50.0}M_{50.0}P_{0.0}$	10.13±0.88 <sup>ab</sup>	2.86±0.00 <sup>a</sup>	7.89±0.09 <sup>ab</sup>	2.39±0.04 <sup>ab</sup>	10.48±0.67 <sup>ab</sup>	65.43±0.26 <sup>bc</sup>	396.56±4.6 <sup>ab</sup>
$H_{0.0}M_{100}P_{0.0}$	9.18±0.02 <sup>b</sup>	2.89±0.01 <sup>b</sup>	7.98±0.00 <sup>ab</sup>	2.10±0.14 <sup>b</sup>	4.81±0.03 <sup>cd</sup>	72.93±0.12 <sup>bc</sup>	371.78±0.71 <sup>bc</sup>
$H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$	10.64±0.04 <sup>a</sup>	2.85±0.02 <sup>c</sup>	7.52±0.16 <sup>abc</sup>	1.66±0.01 <sup>bc</sup>	7.80±0.16 <sup>bc</sup>	70.41±0.09 <sup>b</sup>	384.14±12.4 <sup>ab</sup>
$H_{0.0}M_{0.0}P_{100}$	5.78±0.02 <sup>c</sup>	2.29±0.01 <sup>bc</sup>	7.38±0.02 <sup>abc</sup>	2.4±0.28 <sup>ab</sup>	2.9±0.01 <sup>dc</sup>	81.15±0.21 <sup>a</sup>	366.63±1.08 <sup>bc</sup>
$H_{0.0}M_{50.0}P_{50.0}$	6.39±0.07 <sup>c</sup>	2.75±0.15 <sup>b</sup>	8.21±0.32 <sup>ab</sup>	2.4±0.04 <sup>ab</sup>	6.41±0.0673	86±0.61 <sup>ba</sup>	377.02±0.86 <sup>bc</sup>
$H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$	7.96±0.05 <sup>bc</sup>	3.41±0.26 <sup>ab</sup>	9.53±0.74 <sup>a</sup>	2.61±0.01 <sup>ab</sup>	8.22±0.84 <sup>c</sup>	68.82±0.93 <sup>c</sup>	363.10±3.67 <sup>bc</sup>
$H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$	6.48±0.64 <sup>c</sup>	1.96±0.00 <sup>c</sup>	10.05±0.07 <sup>a</sup>	1.71±0.28 <sup>bc</sup>	3.64±0.50 <sup>b</sup>	71.65±0.46 <sup>b</sup>	390.3±0.14 <sup>ab</sup>
$H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$	10.18±0.03 <sup>a</sup>	3.00±0.00 <sup>b</sup>	10.50±0.02 <sup>a</sup>	1.97±0.01 <sup>c</sup>	9.94±0.02 <sup>cd</sup>	72.67±0.04 <sup>bc</sup>	365.3±2.07 <sup>bc</sup>
$H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$	5.56±0.04 <sup>c</sup>	2.96±0.00 <sup>b</sup>	7.96±0.38 <sup>ab</sup>	2.91±0.12 <sup>a</sup>	6.84±1.34 <sup>c</sup>	73.76±0.07 <sup>ab</sup>	376.18±5.59 <sup>bc</sup>
$W_{100}$	8.98±0.02 <sup>a</sup>	1.85±0.04 <sup>c</sup>	9.67±0.07 <sup>a</sup>	1.78±0.14 <sup>bc</sup>	4.74±0.08 <sup>cd</sup>	80.33±0.18 <sup>a</sup>	407.99±2.81 <sup>ab</sup>

Means ±standard deviations of triplicate determinations. Means within a column with the same superscript are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ). Key: M.C= Moisture Content; CHO = Carbohydrate; H =Hildegardia barteri flour; M= Malted Maize flour; P= Blanched Plantain flour.  $H_{100}M_{0.0}P_{0.00}$  = (100: 0:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{50}M_{50.0}P_{0.00}$  = (50: 50:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{0.00}M_{100.0}P_{0.00}$  =(0: 100:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain,  $H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$  =(33.3: 33.3:33.3 ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain,  $H_{0.0}M_{0.0}P_{100.0}$  =(0: 0:100: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{0.0}M_{50.0}P_{50.0}$  = (0: 50:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$  = (50: 0:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$  = (16,7: 16.7:66.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$  = (66,7: 16.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$  = (16,7: 66.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $W_{100}$  = 100 % wheat flour (Control sample)

There was an increase in vitamin B2 (riboflavin) contents of samples  $H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$  and  $H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$  due to the high inclusion level of *Hildegardia barteri* (Kpaakpa) flour. However, the abnormal rise in riboflavin in sample  $H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$  could be attributed to extraneous factors during the determination. Vitamin B2 is needed for the digestion of macronutrients and also for cell respiration. It is required in the body for the formation of red blood cells and antibodies (17) and so is essential for life and for optimal functioning of the body (18).

The vitamin B3 content ranged from 0.08 - 0.99 with sample  $H_{0.00}M_{100}P_{0.00}$  recording the highest value while sample  $H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$  had the least. Sample  $H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$  compared favorably with sample W100 (Control) and there were no significant differences between them.

Vitamin B3 content of sample  $H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$  and that of W100 (Control) sample. Generally, there were enhanced levels of vitamin B3 in most of the flour blends when compared to 100 % *Hildegardia barteri*-based cookies. Vitamin B3 is useful in reducing serum cholesterol, lowering high blood pressure, checking fatty buildup in the liver, maintaining the nervous system, and helping to minimize depression (19).

The mean iron values ranged from 0.25 - 6.32 mg/100 g with sample  $H_{0.0}M_{50.0}P_{50.0}$  having the lowest value and sample W<sub>100</sub> (100 %) wheat having the highest value. There was a significant reduction in the iron content of the cookies. This result was in conformity with the findings of Kashlan *et al.* (20), who reported that during baking significant loss of most minerals such as iron was found. Iron is an important component

**Table 3.** Micronutrient composition of cookies (mg/100g)

Samples	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Iron	Zinc
$H_{100}M_{0.00}P_{0.00}$	0.29±0.01 <sup>bc</sup>	2.40±0.07 <sup>ab</sup>	0.27±0.04 <sup>d</sup>	2.60±0.14 <sup>ab</sup>	2.98±0.04 <sup>a</sup>
$H_{50.0}M_{50}P_{0.00}$	0.35±0.02 <sup>b</sup>	1.30±0.14 <sup>bc</sup>	0.83±0.04 <sup>ab</sup>	2.4±0.07 <sup>ab</sup>	2.49±0.01
$H_{0.00}M_{100}P_{0.00}$	0.40±0.03 <sup>ab</sup>	0.71±0.01 <sup>c</sup>	0.99±0.02 <sup>a</sup>	2.48±0.25 <sup>ab</sup>	1.98±0.01 <sup>bc</sup>
$H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$	0.10±0.01 <sup>c</sup>	1.26±0.00 <sup>bc</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>	0.52±0.00 <sup>bc</sup>	0.61±0.34 <sup>d</sup>
$H_{0.00}M_{0.00}P_{100}$	0.06±0.01 <sup>c</sup>	0.07±0.01 <sup>dc</sup>	0.28±0.02 <sup>d</sup>	0.26±0.03 <sup>c</sup>	0.25±0.01 <sup>d</sup>
$H_{0.00}M_{50.0}P_{50.0}$	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.45±0.02 <sup>cd</sup>	0.91±0.02 <sup>a</sup>	0.25±0.03 <sup>c</sup>	0.25±0.02
$H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$	0.90±0.00 <sup>a</sup>	1.19±0.01 <sup>bc</sup>	0.08±0.01 <sup>dc</sup>	1.19±0.01 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>c</sup>
$H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$	0.06±0.00 <sup>e</sup>	1.15±0.05 <sup>bc</sup>	0.53±0.01 <sup>c</sup>	1.27±0.01 <sup>b</sup>	0.62±0.00 <sup>d</sup>
$H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$	0.21±0.00 <sup>a</sup>	2.14±0.03 <sup>b</sup>	0.39±0.01 <sup>c</sup>	1.27±0.01 <sup>b</sup>	2.98±0.16 <sup>ab</sup>
$H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$	0.05±0.00 <sup>e</sup>	5.90±0.06 <sup>a</sup>	0.61±0.00 <sup>b</sup>	0.26±0.00 <sup>c</sup>	0.41±0.01 <sup>d</sup>
W <sub>100</sub> (Control)	0.02±0.00 <sup>e</sup>	0.31±0.02 <sup>d</sup>	0.61±0.02 <sup>b</sup>	6.32±0.03 <sup>a</sup>	1.40±0.01 <sup>c</sup>

Means + standard deviation of duplicate determinations with different superscripts along the same column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ). **Key:**  $H_{100}M_{0.00}P_{0.00}$  = (100: 0:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{50}M_{50}P_{0.00}$  = (50: 50:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{0.00}M_{100}P_{0.00}$  = (0: 100:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{33.3}M_{33.3}P_{33.3}$  = (33.3: 33.3:33.3 ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{0.0}M_{0.0}P_{100}$  = (0: 0:100: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{0.0}M_{50.0}P_{50.0}$  = (0: 50:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{50.0}M_{0.0}P_{50.0}$  = (50: 0:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$  = (16.7: 16.7:66.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$  = (66.7: 16.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain),  $H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$  = (16.7: 66.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), W<sub>100</sub> = 100 % wheat flour (Control sample)

of red blood cells, and enzymes is very essential in the oxygen transport and cell respiration mechanisms.

The average values for zinc ranged from 0.08-2.98 mg/100 g with sample 100 % *Hildegardia barteri* flour cookies having the highest value of 2.98 mg/100 g whereas sample H<sub>50.0</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>50.0</sub> had the lowest value. From Table 3, it was observed that cookies made from samples H<sub>100</sub>M<sub>0.00</sub>P<sub>0.00</sub>, H<sub>50.0</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>50.0</sub> and H<sub>66.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>16.7</sub> composite flour which had higher levels of *Hildegardia barteri* (kpaakpa) substitution had higher levels of zinc than other cookies samples. This could be attributed to the fact *Hildegardia barteri* (kpaakpa) is a legume and Zinc is a plentiful microelement in the body which is found in nuts, and legumes (21). Generally, there was a decrease in the zinc content of the cookies when compared to that

of the composite flour. This may be attributed to heat processing. Zinc is very essential in cell division, protein synthesis, and growth such that its deficiency places children, pregnant women, and adolescents at risk. Zinc enhances reproduction, growth, taste and night vision, wound healing, DNA synthesis, appetite, and immune system functioning (22). Zinc deficiency had been reported to aggravate carbohydrate intolerance in certain individuals (9).

#### The physical properties of cookies:

The physical properties of cookies prepared from blends of *Hildegardia barteri* (kpaakpa), plantain, and maize flour respectively as well as 100 % wheat flour are presented in Table 4.

Table 4. Physical Properties of Cookies

Samples	Diameter (cm)	Thickness (cm)	Spread Ratio	Stack Height (cm)	Weight (g)
H <sub>100</sub> M <sub>0.00</sub> P <sub>0.00</sub>	3.90 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.00 <sup>a</sup>	4.39 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.8 ± 0.26 <sup>a</sup>	8.00 ± 0.15 <sup>a</sup>
H <sub>50</sub> M <sub>50</sub> P <sub>0.00</sub>	3.56.00 ± 0.15 <sup>c</sup>	0.83 ± 0.01 <sup>ab</sup>	4.25 ± 0.22 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.10 <sup>c</sup>	8.13±1.81
H <sub>0.00</sub> M <sub>100.0</sub> P <sub>0.00</sub>	3.96 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.06 <sup>ab</sup>	4.76 ± 0.32 <sup>ab</sup>	7.96 ± 0.05 <sup>d</sup>	9.32 ± 0.44 <sup>a</sup>
H <sub>33.3</sub> M <sub>33.3</sub> P <sub>33.3</sub>	3.66 ± 0.25 <sup>bc</sup>	0.75 ± 0.05 <sup>ab</sup>	5.63 ± 0.75 <sup>ab</sup>	6.83± 0.05 <sup>c</sup>	8.93 ± 0.25 <sup>a</sup>
H <sub>0.0</sub> M <sub>0.0</sub> P <sub>100.0</sub>	3.56 ± 0.15 <sup>bc</sup>	0.77 ± 0.02 <sup>ab</sup>	4.56 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.13 ± 0.32 <sup>d</sup>	9.35 ± 0.02 <sup>a</sup>
H <sub>0</sub> M <sub>50.0</sub> P <sub>50.0</sub>	3.9 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.0 <sup>a</sup>	4.3 ± 0.00 <sup>b</sup>	8.96 ± 0.05 <sup>a</sup>	7.6 ± 0.32 <sup>a</sup>
H <sub>50.0</sub> M <sub>0.0</sub> P <sub>50.0</sub>	3.83 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.02 <sup>ab</sup>	4.93 ± 0.11 <sup>ab</sup>	7.73 ± 0.05 <sup>d</sup>	9.28 ± 0.02 <sup>a</sup>
H <sub>16.7</sub> M <sub>16.7</sub> P <sub>66.7</sub>	3.66 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.00 <sup>ab</sup>	4.56 ± 0.05 <sup>ab</sup>	8.66 ± 0.15 <sup>a</sup>	9.35 ± 0.5 <sup>a</sup>
H <sub>66.7</sub> M <sub>16.7</sub> P <sub>16.7</sub>	3.96 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.01 <sup>ab</sup>	4.93± 0.11 <sup>ab</sup>	8.93 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.86 ± 0.80 <sup>a</sup>
H <sub>16.7</sub> M <sub>66.7</sub> P <sub>16.7</sub>	3.96 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.00 <sup>ab</sup>	4.96 ± 0.05 <sup>ab</sup>	8.93 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.62 ± 0.12 <sup>a</sup>
W <sub>100.00</sub>	3.25±0.07 <sup>cd</sup>	0.92 ± 0.05 <sup>a</sup>	3.51±0.22 <sup>bc</sup>	7.97 ± 0.05 <sup>d</sup>	9.16±0.22 <sup>a</sup>

Means + standard deviation of duplicate determinations with different superscripts along the same column are significantly different (p≤0.05). Key: H<sub>100</sub>M<sub>0.00</sub>P<sub>0.00</sub> = (100: 0:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>50</sub>M<sub>50</sub>P<sub>0.00</sub> = (50: 50:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>0.00</sub>M<sub>100.0</sub>P<sub>0.00</sub> = (0: 100:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, H<sub>33.3</sub> M<sub>33.3</sub>P<sub>33.3</sub> = (33.3: 33.3:33.3 ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, H<sub>0.0</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>100.0</sub> = (0: 0:100: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>0.0</sub>M<sub>50.0</sub>P<sub>50.0</sub> = (0: 50:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>50.0</sub>M<sub>0.0</sub>P<sub>50.0</sub> = (50: 0:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>16.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>66.7</sub> = (16,7: 16.7:66.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>66.7</sub>M<sub>16.7</sub>P<sub>16.7</sub> = (66,7: 16.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), H<sub>16.7</sub>M<sub>66.7</sub>P<sub>16.7</sub> = (16,7: 66.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), W<sub>100</sub> = 100 % wheat flour (Control sample).

The weight of the cookies ranged from 7.60 to 9.35 with 100 % *Hildegardia barteri* flour cookies having the least value while samples  $H_{0.0}M_{0.0}P_{100.0}$  and  $H_{16.7}M_{16.7}P_{66.7}$  had the highest weight of 9.35 g respectively. There was no statistically significant difference in weight of the test samples and the 100 % wheat cookies ( $p < 0.05$ ). However, the weight of the cookies recorded a slight increase with the increasing inclusion of plantain flour and a decrease with the increasing inclusion of *Hildegardia barteri* (kpaakpa) flour. This may be attributed to the high bulk density recorded in plantain flour and the higher fat content of high ratio *Hildegardia barteri* (kpaakpa) flour.

The results obtained for thickness ranged from 0.75 - 0.92 cm with sample  $H_{33.3}M_{33.3}P_{33}$  having the least value of thickness (0.75 cm) whereas sample W100 recorded the highest value (0.92 cm). Most of the test cookies did not differ from each other except for samples  $H_0M_{50.0}P_{50.0}$  and  $H_{100}M_{0.0}P_{0.0}$ . However, these test samples deviated in thickness from the control sample. The implication of this could be that virtually all the cookies made had uniform thickness.

The values for spread ratio ranged from 4.25-5.63. Cookies made from 33.3 % of each component ( $H_{33.3}M_{33.3}P_{33}$ ) had the highest values of 5.63 compared to 100 % wheat flour cookies which had the lowest spread ratio of 3.5. The values for the spread ratio of the test samples varied significantly ( $p \leq 0.05$ ) from that of 100 % wheat cookies (reference sample). The spread ratio is a parameter used to show the ability of cookies to raise (23), hence the higher the spread ratio of cookies the more preferable it is (24).

The mean value of the diameter of both the 100 % wheat cookies and the cookies produced from the three components ranged from 3.25 cm (W100) – 3.96 for cookie samples made from  $H_{0.00}M_{100}P_{0.00}$ ,  $H_{100}M_{0.00}P_{0.00}$ ,  $H_{66.7}M_{16.7}P_{16.7}$ , and  $H_{16.7}M_{66.7}P_{16.7}$  flour blends respectively. These results suggest that there were no significant differences ( $p \geq 0.05$ ) between most of the cookie samples produced due to the diameter. This showed that the diameters of the cookies were mostly uniform.

### Sensory Properties of composite flour cookies

The organoleptic evaluation results were presented in Table 5. The results indicated that some of the *Hildegardia barteri* (kpaakpa) cookies statistically differed from the control with respect to the attributes tested. The attributes included appearance, flavor, crispiness, texture, mouth feel, and overall acceptability. The mean score for appearance ranged from 4.20 – 8.4 with sample  $HMP_2$  having the least sample and sample  $HMP_3$  recording the highest score. In terms of appearance, samples  $HMP_1$  and  $HMP_2$  were rated the poorest. This may be due to the high level of *Hildegardia barteri* (kpaakpa) flour including high level of fat which got fried at a high temperature of baking. The rest of the samples did not differ significantly from the control sample so that they were compared favorably well and acceptable.

The mean scores for flavor ranged from 2.7 to 7.5 for all the samples with sample  $HMP_8$  having the highest score while sample  $HMP_1$  having the lowest. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) in flavor among the various samples. Sample  $HMP_3$  and  $HMP_7$  were rated the same by the panelists while  $HMP_8$  was the most preferred in terms of flavor as it compared favorably well with the reference sample. Sample  $HMP_1$  and  $HMP_9$  were mostly rated the least in terms of flavor. This may be attributed to the specific taste and aroma associated with *Hildegardia barteri* (Kpaakpa) flour which made the panelists who were not conversant with it reject it.

The panelist mean score for texture ranged from 3.05-7.5 with  $HMP_1$  (100 % *Hildegardia barteri* flour cookies) scoring the lowest while WFC had the highest. Samples  $HMP_3$ ,  $HMP_4$ , and  $HMP_7$  had the same rating and seemed to have the best texture according to the decision of panelists. Texture is an important parameter related to the structure and composition of food thus, texture is the sensory manifestation of the structure of food and has a strong influence on food intake and nutrition (25).

The ratings for mouth feel ranged from 3.66 ( $HMP_1$ ) to 7.85 (control). Generally, all of the test samples recorded had mean scores above 5.0 except  $HMP_1$  and  $HMP_9$  which had the lowest scores. Mouth feel refers to the physical sensation

in the mouth caused by food (initial bite) (26). Mouth feel is fundamental sensory property with great importance of which, along with taste and aroma determines the overall flavor of food and is consequently associated with consumer acceptability.

The overall acceptability score for all of the composite flour cookies were ranged from 4.35 to 7.70. Sample HMP9 had the lowest score (4.35) that was disliked slightly while sample HMP8 recorded the highest score (7.70). The samples did not vary significantly ( $P > 0.05$ ) - HMP<sub>4</sub>, HMP<sub>7</sub>, HMP<sub>8</sub> and WFC with mean scores of 7.50, 7.50, 7.77, and 7.75 respectively which means that four samples were perceived as similar by the panelist. They were moderately liked

by the panelists in terms of overall acceptability, most preferred and accepted. Generally, cookies made from higher levels of *Hildegardia barteri* flour content had the least sensory scores in terms of all the attributes studied. The three component blends of 33.3:33.3:33.3 maize - *Hildegardia barteri* - plantain and ternary blend with 66.7 % maize and plantain flour respectively produced cookies that were favorably in compared to the control sample in terms of all the organoleptic properties studied. Cookies made with 16.7: 16.7:66.7: ratios of *H. barteri*- malted maize-blanch plantain (HMP8) had the best rating for appearance and general acceptability.

**Table 5.** Sensory properties of cookies made from germinated *Hildegardia barteri*, germinated maize, and blanched plantain composite flours

Samples	Appearance	Flavor	Texture	Mouthfeel	Crispiness	Overall Acceptability
HMP <sub>1</sub>	4.26±0.08 <sup>e</sup>	2.7±0.07 <sup>f</sup>	3.05±0.07 <sup>d</sup>	3.66±0.21 <sup>d</sup>	2.70±0.14 <sup>dc</sup>	2.65±0.07 <sup>c</sup>
HMP <sub>2</sub>	4.20±0.07 <sup>c</sup>	5.8±0.00 <sup>dc</sup>	6.2±0.00 <sup>bc</sup>	5.55±0.07 <sup>c</sup>	6.40±0.07 <sup>bc</sup>	6.15±0.07 <sup>c</sup>
HMP <sub>3</sub>	8.4±0.00 <sup>a</sup>	7.0±0.07 <sup>b</sup>	6.8±0.00 <sup>b</sup>	6.00±0.00 <sup>bc</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	6.40±0.14 <sup>bc</sup>
HMP <sub>4</sub>	7.4±0.07 <sup>bc</sup>	6.8±0.07 <sup>bc</sup>	7.0±0.00 <sup>ab</sup>	7.30±0.00 <sup>bc</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.50±0.00 <sup>bc</sup>
HMP <sub>5</sub>	6.95±0.07 <sup>bc</sup>	6.65±0.07 <sup>cd</sup>	6.1±0.14 <sup>c</sup>	5.65±0.07 <sup>c</sup>	6.55±0.07 <sup>bc</sup>	6.65±0.07 <sup>bc</sup>
HMP <sub>6</sub>	6.35±0.07 <sup>d</sup>	6.85±0.07 <sup>bc</sup>	6.7±0.00 <sup>b</sup>	6.3±0.00 <sup>bc</sup>	6.85±0.07 <sup>b</sup>	7.25±0.07 <sup>ab</sup>
HMP <sub>7</sub>	6.75±0.07 <sup>bc</sup>	7.00±0.00 <sup>b</sup>	7.0±0.00 <sup>ab</sup>	7.4±0.00 <sup>ab</sup>	6.70 ±0.00 <sup>b</sup>	7.5±0.14 <sup>a</sup>
HMP <sub>8</sub>	7.75±0.07 <sup>ab</sup>	7.25±0.07 <sup>ab</sup>	6.45±0.07 <sup>bc</sup>	7.0±0.07 <sup>b</sup>	6.80 ±0.00 <sup>b</sup>	7.7±0.28 <sup>a</sup>
HMP <sub>9</sub>	5.4±0.007 <sup>dc</sup>	5.15±0.07 <sup>c</sup>	4.2±0.07 <sup>cd</sup>	4.5±0.00 <sup>cd</sup>	3.95 ±0.07 <sup>d</sup>	4.35±0.07 <sup>d</sup>
HMP <sub>10</sub>	7.3±0.28 <sup>bc</sup>	6.40±0.00 <sup>d</sup>	6.3±0.14 <sup>bc</sup>	7.0±0.00 <sup>b</sup>	6.40 ±0.14 <sup>c</sup>	6.70±0.14 <sup>bc</sup>
WFC	7.4±0.00 <sup>bc</sup>	7.5±0.00 <sup>a</sup>	7.5±0.07 <sup>a</sup>	7.85±0.07 <sup>a</sup>	7.26 ±0.07 <sup>a</sup>	7.75±0.21 <sup>a</sup>

Means ±standard deviations of twenty semi-trained panelists' judgments. Means within a column with the same superscript are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ). **Key:** HMP<sub>1</sub> = Cookies made with 100: 0.0:0.0 ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, HMP<sub>2</sub> = Cookies made with 50: 50:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain)HMP<sub>3</sub> = Cookies made with 0: 100:0: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, HMP<sub>4</sub> = Cookies made with 33.3: 33.3:33.3 ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain HMP<sub>5</sub> = Cookies made with 0: 0:100: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), HMP<sub>6</sub> = Cookies made with 0: 50:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain)HMP<sub>7</sub> = Cookies made with 50: 0:50: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain), HMP<sub>8</sub> = Cookies made with 16.7: 16.7:66.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain)HMP<sub>9</sub> = Cookies made with 66.7: 16.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, HMP<sub>10</sub> = Cookies made with 16.7: 66.7:16.7: ratios of *H. barteri*- Malted Maize-Blanched Plantain, WFC= Cookies made with 100 % pure blend of wheat

## CONCLUSION

The findings of this research indicated that cookies made with up to 50 % content of *Hildegardia barteri* (Kpaakpa) flour were generally accepted in terms of both nutritional and sensory quality. This was due to the significant increase in protein, fat, iron, and zinc content and the overall sensory score. With the exception of cookies made from 100 % *Hildegardia barteri* (Kpaakpa) flour and sample HMP9 (Cookies made with 66.7: 16.7:16.7: ratios of *Hildegardia barteri* (Kpaakpa) which were rejected by the panelists, all other test samples had sensory scores above the midpoints and were generally perceived as acceptable by the panelists. However, cookies made with 33.3% of the three components (*Hildegardia barteri*, maize, and plantain) were most preferable as they were found to be the best in terms of sensory attributes and overall quality. Therefore, this study demonstrates the possible use of the *Hildegardia barteri* (kpaakpa) based composite flours in bakery products. Furthermore, this information can be used in designing food processing protocols that will target consumer requirements and overall acceptability.

### Acknowledgment

The authors acknowledge the technical assistance of Dr Michael Adesokan International Institute of Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria.

### Funding

All the authors funded the research. No funding body played any role in the design of the study and collection, analysis, and interpretation of data and in writing the manuscript.

### Conflict of interest

All authors declared that they have no conflict of interest.

## REFERENCES

1. Okpala, L. C & Okoli E. C. (2011). Nutritional evaluation of cookies produced from pigeon pea, cocoyam and sorghum flour blends. *African Journal of Biotechnology*, 3:433-438.<http://www.academicjournals.org/AJB>
2. Ubbor, S. C & Akobundu E. N. T. (2009), Quality characteristics of cookies from composite flour of watermelon seed, cassava and wheat. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(7):1095-1102.
3. Okaka, J. C. (1997). Cereals and legumes. Storage and processing technology. Data and Microsystems Publishers Enugu.
4. AOAC. 2015. Official methods of analysis. (20th Edn). Washington DC. Official methods of the Association of Official Analytical Chemists <https://brooksupplied.com/wp-content/uploads/download/AOAC-Method-2015.01.pdf>
5. James, C. J. (1995). The analytical chemistry of foods. Chapman and Hall Press, New York, Pp: 86. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-2165-5>
6. Onuh, J. O., Akpapunam, M. A. & Iwe, M. O. (2004). Comparative studies of the physiochemical properties of two local varieties of sweet potato flours. *Nigerian Food Journal*. 22: 141-146. <http://doi.org/10.4314/info.v22i1.33579>
7. Chapman, H. N. & Pratt F. P. (1996). Determination of minerals by titration method. Method of analysis for soils, plants, and waters. 2nd Edn. California University, Agriculture Division, USA Pp169-186.
8. AACC (2000). *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists* (17th ed.). St Paul, MN. <http://doi.org/10.4236/psych.2014.519216>
9. Iwe, M. O. (2002).. Handbook of sensory methods and analysis. 1st Edn. Enugu: Rejoint communication Ltd. Pp.71.
10. Anyadioha, J. I., Okoli, E. C., Attaugwu, R.N & Ishiwu, C. N. (2017).The proximate and mineral composition of soaked and germinated kpaakpa (*Hildegardia barteri*) seed flour: A response surface methodology approach.

*International Journal of Food Science and Nutrition*, 2 (5); 155-161.

11. Arise, A.K. Amonsou, E.O & Ijabadeniyi, O.A. (2015) Influence of extraction methods on functional properties of protein concentrates prepared from South African Bambara groundnut landraces. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 1095-1101.
12. FAO/WHO (1994). Joint FAO/WHO Food Standards program. Codex Alimentarius Commission, Foods for special dietary uses (including foods for infants and children). Vol. 4. <http://doi.org/www.codexalimentarius.net>
13. Ogunsina B.S., Olaoye I.O., Adegbenjo A.O. & Babawale B.D. (2011). Nutritional and physical properties of kariya seeds (*Hidergardia bateri*). *International Agrophysics* 25: 97-100.
14. SON (2007). Nigerian Industrial Standard for Biscuits. ICS: 664. 68, Standard Organization of Nigeria, Pp:1-8.
15. Okpala, L.C., Okoli, E.C. & Udensi E.(2013) Physicochemical and sensory properties of cookies made from blends of germinated pigeon pea, fermented sorghum, and cocoyam flours *Food Science & Nutrition*, 1(1):8-14. <http://doi.org/10.1002/fsn3.2>
16. Fattal-Valevski, A. (2011). Thiamin (vitamin B1). *Journal of Evidence-Based Complement & Alternative Medicine*, 16 (1): 12–20.
17. Zakpa, H. D. (2010). Production and characterization of flour produced from ripe "Apein" plantain (*Musa Sapientum* L.var. paradisiacal) grown in Ghana. *Journal of Agricultural Biotechnology*, (6):92-99.
18. Kaur, A. (2015). Biological functions of vitamin B complex and effects on human health in both excess and deficiency levels; *PharmaTutor*, 3(11); 40-47.
19. Institute of Medicine (1998). Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on folate, other B Vitamins, and choline. Washington (DC): National Academies Press (US); ISBN-10: 0-309-06411-2 ISBN-13: <http://doi.org/978-0-309-06411-8>
20. Kashlan, N. B., Srivastava, V. P., Muohanna, N. A., Motawa, Y. K. & Mameesh, M. S. (1991). The proximate and elemental composition of wheat flour and major types of bread consumed in Kuwait. *Journal of Food Chemistry*, 39 (2):205-210.
21. Khan, M. S., Zaman, S, Sajjad, M., Shoaib M. & Gilani, G. (2011). Assessment of the level of trace element zinc in seminal plasma of males and evaluation of its role in male infertility. *International Journal of Applied Basic Medical Research*, (2):93–6.
22. Prasad, A. S. (2013). Discovery of human zinc deficiency: its impact on human health and disease. *Advances in Nutrition*, 4(2):176–90.
23. Bala, A, Khalid, G, & Charanjit, S. R. (2015). Functional and sensory properties of cookies prepared from wheat flour supplemented with cassava and water chestnut flours, *Cogent foods & Agriculture*, 1:1, 1019815. <http://doi.org/10.1080/23311932.2015.1019815>
24. Chauhan, A., Sexana, D. C., Yildiz, F and Singh, S. (2016). Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. *Cogent Food And Agriculture*, 2(1):1125773 <http://doi.org/10.1080/23311932.2015.1125773>
25. Jean-Xavier, G. & Rossella, M. (1996): The sensory perception of texture and mouth feel. *Trends in Food Science & Technology*, (7): 213-219. <http://doi.org/10.4038/sljfa.v1i2.16>
26. Jemziya, M. B. F. & Mahendran, T. (2015). Quality characteristics and sensory evaluation of cookies produced from composite blends of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) flour. *Sri Lanka Journal of Food & Agriculture*, 1(2): 23-30. <http://doi.org/10.4038/sijfa.v1i2.6>

### Appendices

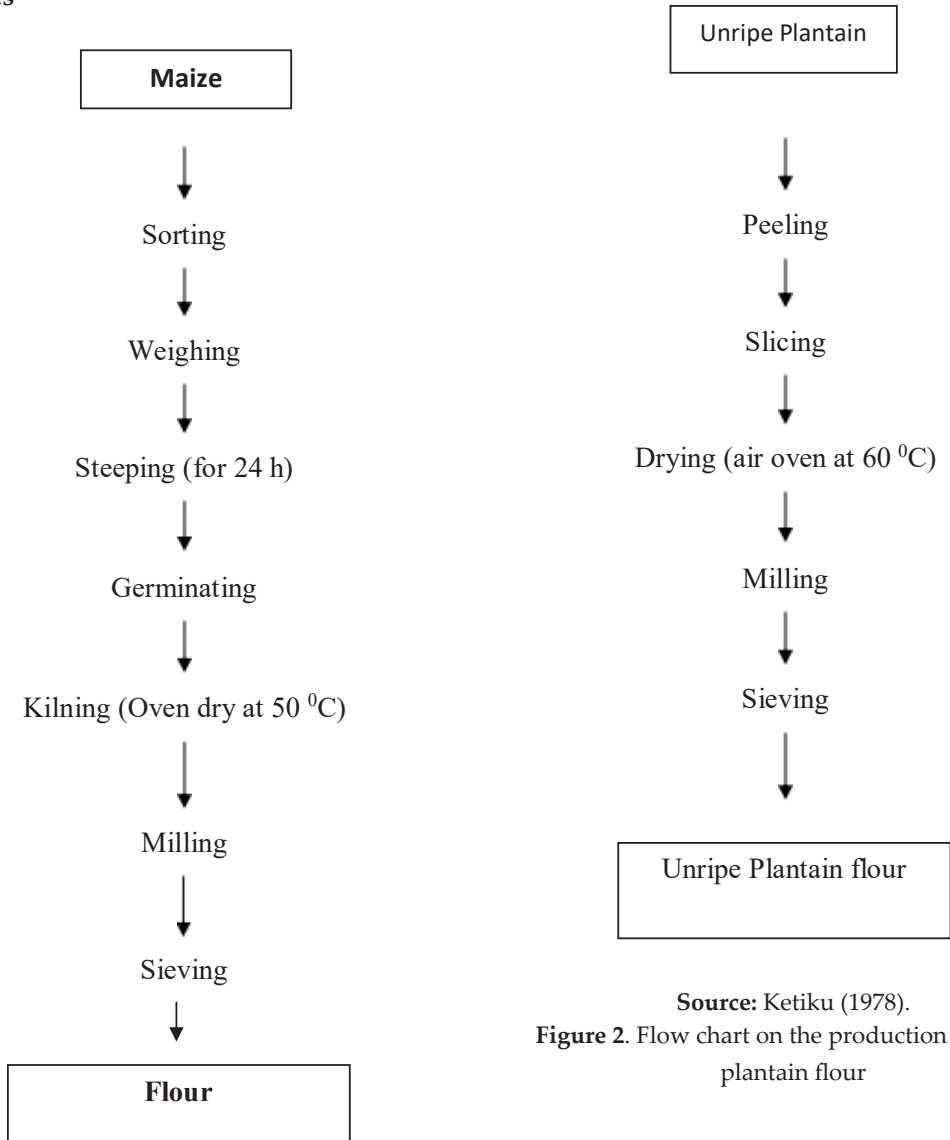


Figure 1. Flow chart on the production of Maize flour

Source: Ketiku (1978).  
Figure 2. Flow chart on the production of unripe plantain flour



Plate 1a *H. barteri* kernel in pods





Plate 2 Undehulled *H. barteri* seeds



Plate 5 Cookie sample made from H66.7M16.7P16.7



Plate 3 Raw Dehulled *H. barteri* Seed



Plate 6 Cookie sample made from H33.3M33.3P33.3



Plate 4 Cookie sample made from H16.7M16.7P66.7

*“This page is left blank for typesetting.”*

*Bu sayfa dizgiden dolayı boş bırakılmıştır.*

Research Article / Araştırma Makalesi

# Sürdürülebilir gıda okuryazarlığında cinsiyet etkisinin değerlendirilmesi

## *Assessing gender effect in sustainable food literacy*

Esra Tansu Sarıyer  <sup>1</sup>

Başak Can  <sup>2</sup>

Gonca Yıldırım  <sup>3\*</sup>

Afra Nur Gören  <sup>2</sup>

1 Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

2 Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

3 Toros Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mersin, Türkiye.

### Article info

#### Keywords:

Sustainable diets, food literacy, gender roles

#### Anahtar Kelimeler:

Sürdürülebilir diyetler, gıda okuryazarlığı, cinsiyet rolleri

Received: 05.09.2023

Accepted: 10.10.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2299

Yıldırım et. al.; Sürdürülebilir gıda okuryazarlığında cinsiyet etkisinin değerlendirilmesi

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

#### Corresponding Author(s):

\* Gonca Yıldırım, [gonca.yildirim@toros.edu.tr](mailto:gonca.yildirim@toros.edu.tr)

### Özet

Sürdürülebilir diyetlerin toplum tarafından anlaşılması gezegen ve insan sağlığının devamlılığı için önemlidir. Bundan dolayı çalışmamızda bu konularla ilgili bilgilere erişme, analiz etme, değerlendirme, uygulayabilme, sağlıklı beslenmeyi sürdürme, gıda sisteminin işleyişini değerlendirme ve gıda güvencesinin sağlanması için gerekli olan istek, bilgi, beceri, tutum, davranış ve yeteneklerin bileşimi olarak tanımlanan gıda ve beslenme okuryazarlığını sürdürülebilir diyetler açısından ölçmek ve cinsiyetler arası belirleyicilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu araştırmanın verileri demografik bilgileri içeren bir anket ve Sürdürülebilir Gıda Okuryazarlığı Ölçeği (SGOÖ) kullanılarak elde edilmiştir. Katılımcılar, 18-65 yaş arasında, sağlıklı gönüllülerden oluşmaktadır. Katılımcılara Google Formlar aracılığıyla kolaylı ve kartopu örneklem yöntemiyle ulaşılmış ve minimum 200 kişinin çalışmaya dahil edilmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın etik kurulu onayı Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan (Klinik ve İnsan Üzerinde Yapılan) Araştırmalar Değerlendirme Kurulundan alınmıştır. Verilerin analizi için tanımlayıcı istatistikler ve regresyon modelleri kullanılmıştır. Analizler SPSS v24 kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve p değeri <0.05 anlamlı kabul edilmiştir. Bulgularda cinsiyetlere göre SGOÖ'den alınan puan ortalamaları incelendiğinde kadınların her alt boyut için erkeklerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

puan aldıkları görülmüştür. Sürdürülebilir gıda okuryazarlığını belirleyen cinsiyete özgü faktörleri belirlemek için kullanılan doğrusal regresyon modelinde ise gıda satın alımından sorumlu olmanın kadın ve erkeklerde yemek ve mutfak becerilerinin; yalnızca kadınlarda sürdürülebilir gıda bilgisinin belirleyicisi olduğu görülmüştür. Sağlık ve besin okuryazarlığı ile ilgili yapılmış birçok çalışma gibi bu çalışma sonuçları da “yemek hazırlama ve pişirme” işlerinin çoğunun kadınlar tarafından yapılıyor olması ile sosyal olarak inşa edilen bu cinsiyet rolü, kadınların sağlıklı beslenmeye daha fazla yatkın olması ve erkeklere kıyasla daha yüksek gıda okuryazarlığı düzeylerine sahip olduklarını göstermektedir.

## Extended Abstract

### Introduction and aim

The goals of sustainable healthy diets are to ensure optimal growth and development of all individuals and to support functional, physical, mental, and social well-being at all stages of life for future generations. It also aims to contribute to the prevention of all kinds of malnutrition (undernutrition, micronutrient deficiency, obesity, etc.) with sustainable diets, to reduce the risk of diet-related non-communicable diseases, and to support the protection of biodiversity and planetary health (1).

Food and nutrition literacy is defined as the combination of desires, knowledge, skills, attitudes, behaviors, and abilities necessary to access, analyze, evaluate, and apply information on these issues, maintain a healthy diet, evaluate the functioning of the food system and ensure food security (2). The development of food literacy to understand sustainable diets and the food system is encouraged. For this purpose, a sustainable food literacy scale was developed to determine the current level of knowledge (3). There are studies examining the relationship between food and nutrition literacy and gender differences, which are known to be affected by many factors. In a cross-sectional study conducted on university students, nutritional literacy was found to be higher in women (4). On the contrary, there are studies showing that gender has no effect on food literacy (5, 6). To the best of our knowledge, studies examining the effects of gender differences on sustainable food literacy and food skills are limited in the literature. The aim of this study is to examine the role of gender in sustainable food literacy in adults.

### Materials and method

Data were obtained using a survey containing demographic information and the Sustainable Food

Literacy Scale (SFLS). The demographic information survey contained age, gender, education level, employment status, body weight, height and whether they were responsible for food purchase in the household. SFLS developed by Teng and Chih (3) was used to measure the individual's ability to understand sustainable diets (4). Turkish validity and reliability study of SFLS was conducted by Kubilay (7). Turkish version of the scale consists of 5 sub-scales: Sustainable Food Knowledge - I, Sustainable Food Knowledge - II, Food and Culinary Skills, Attitudes, Action Intent and Action Strategies.

Participants were healthy adults between the ages of 18-65 who have been recruited via Google Forms using convenience and snowball sampling methods. It was aimed to include a minimum of 200 people in the study after the power analysis. To intercept missing answers, all questions in the survey were marked as mandatory. No financial incentives were provided to participants. Ethics committee approval for the research was received from Üsküdar University Non-Interventional (Clinical and Human) Research Evaluation Board. Descriptive statistics and regression models were used to analyze the data. Analyses were performed using SPSS v24, and a p value <0.05 was considered significant.

### Results

Within the sample, 69.7% constituted female participants, while 83.3% held a university degree or possessed education at a higher level. The mean age of the sample was  $37 \pm 12.37$  years, with a median household income of 30,000 Turkish Lira. The mean body mass index (BMI) was  $24.8 \pm 4.59$  kg/m<sup>2</sup> and 54.2% of the subjects reported active involvement in household food purchases. According to results women scored statistically significantly higher than men for each sub-scale.

It has been observed that being responsible for food purchase is the determinant of food and culinary skills in both women and men; on the other hand, it determined sustainable food knowledge only among women.

### Discussion and Conclusion

Studies on health and food literacy show that most of the “food preparation and cooking” work is done by women, and this socially constructed gender role means that women are more likely to eat healthy and have higher levels of food literacy than men (8, 9, 10, 11, 12). In our country, it has been determined that women have more say than men in food selection, preparation, and consumption, starting from the purchasing stage, and have more food and label literacy (13, 14).

The results of our research reported that women received significantly higher scores than men in all sub-scales of SFLQ and support the data in the literature. Despite this, no significant difference was found between sustainable food literacy score and gender in the study conducted in Taiwan (3) and the study conducted by Öztürk and Özgen (15). There is a need for studies with a large sample in which individuals from various socio-economic levels, age groups and genders participate.

Recently, research on the concept of sustainable food literacy has been increasing. Increasing the awareness of individuals in the whole process from production to consumption, choosing foods that consume less available resources and cause low greenhouse gas emissions are important in food purchase (15). Women participating in our study are responsible for 103 (58.9%) food purchases and 33 (43.4%) more than men. The reason for this can be shown as the responsibility of preparing and cooking food with all its stages according to Turkish culinary culture and nutritional habits (16).

When the other sub-scales were examined, it was determined that sustainable food knowledge was affected by being responsible for purchasing food only for women. In the sub-dimensions of food and culinary skills, food purchase was found to be a determinant in both genders. In the sub-dimensions of attitude and intention to act, no significance was found in both genders. It can be foreseen that it may take time for the knowledge and approaches about sustainability to change into attitudes and behaviors in people. However, the statistical significance of the linear regression model alone does not explain the cause-effect relationship (17). There is a need for studies in which advanced statistical analyses are performed and the effects of other variables are also examined.

The limitation of this study is that the number of respondents was small, and it was limited to adults living in Turkey. To ensure the selection of different cultures and groups, studies with large sample sizes, equally distributed among rural and urban populations, should be conducted in the future. In addition, since the study is observational and the data obtained are based on individuals' statements, the effect of unknown confounding factors should not be ignored.

To reduce the effects of the possible climate crisis, it is necessary to increase the awareness of individuals and change their attitudes and movements. Labeling and food literacy in the name of sustainable nutrition is a competency that should be possessed by individuals from all age groups. As the awareness and knowledge

of individuals increase, their attitudes towards food will change and the food and dietary patterns recommended against the possible climate crisis will become widespread.

More studies are needed on measures of food literacy for children, adolescents, and older adults that consider the characteristics of each life stage. It should be aimed to educate people on this issue and increase their awareness.

## GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, ekolojiden çevreye, beslenmeden tarıma, temiz hava ve sudan erişilebilir doğal kaynaklara, iş yaşamından teknolojiye kadar pek çok disiplini içinde barındıran bir kavramdır (18). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) sürdürülebilir beslenmeyi gelecek nesillerde sağlıklı bir yaşam için besin ve beslenme güvencesine katkı bulunan düşük bozulma etkilerine sahip diyetler olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir diyetler, biyolojik çeşitliliği ve kültürü koruyucu, kabul edilebilir, ulaşılabilir, ekonomik olarak uygun ve satın alınabilir, beslenme açısından yeterli, güvenli, sağlıklı, doğal ve insani faydaları en iyi şekilde kullanan diyetler olarak tanımlanmıştır (1).

Sürdürülebilir sağlıklı diyetlerin amaçları, tüm bireylerin optimal büyüme ve gelişimini sağlamak ve gelecek nesiller için yaşamın tüm evrelerinde işlevsel, fiziksel, zihinsel ve sosyal refahı desteklemektir. Ayrıca sürdürülebilir diyetler ile her türlü malnütrisyonun (yetersiz beslenme, mikro besin eksikliği, obezite vs) önlenmesine katkıda bulunmak, diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalık riskini azaltmak, biyoçeşitlilik ve gezegen sağlığının korunmasını desteklemek amacı da taşımaktadır (1).

FAO, 2050 yılında artan dünya nüfusunun gereksinmesinin ve artan hayvansal besine talebin karşılanabilmesi için besin üretiminde en az %62 artışın gerekli olduğunu belirtmiştir (19). Artan talebi karşılamak için kullanılan sağlıksız ve sürdürülebilirliği olmayan besin üretimi insan sağlığı ve gezegen için küresel risk oluşturmaktadır. Bu kapsamda gezegen sağlığı

diyeti ve sürdürülebilir beslenme önerileri geliştirilmiştir. Bunlara ek olarak Akdeniz diyeti, Nordik diyeti gibi bitkisel kaynaklı besin tüketimi ağırlıklı olan beslenme modelleri de mevcuttur (20). Gezegen sağlığı diyeti hayvansal kaynaklı besinlerin alımının azaltılması, bitkisel kaynaklı besinlerin tüketiminin artırılmasına dayanmaktadır (21).

Gıda ve beslenme okuryazarlığı, bu konularla ilgili bilgilere erişme, analiz etme, değerlendirme, uygulayabilme, sağlıklı beslenmeyi sürdürme, gıda sisteminin işleyişini değerlendirme ve gıda güvencesinin sağlanması için gerekli olan istek, bilgi, beceri, tutum, davranış ve yeteneklerin bileşimi olarak tanımlanmaktadır (2). Sürdürülebilir diyetler ve gıda sistemini anlamak için gıda okuryazarlığının geliştirilmesine teşvik edilmektedir. Bu amaçla mevcut bilgi düzeyini saptamak için sürdürülebilir gıda okuryazarlığı ölçeği geliştirilmiştir (3).

Birçok faktörden etkilendiği bilinen gıda ve beslenme okuryazarlığı ve cinsiyet farklılığı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar mevcuttur. Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan kesitsel bir çalışmada, beslenme okuryazarlığının kadınlarda daha yüksek olduğu saptanmıştır (4). Bunun aksine, gıda okuryazarlığında cinsiyetin etkisi olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (5, 6). Literatürde sürdürülebilir gıda okuryazarlığı, gıda becerisinde cinsiyet farklılıklarının etkisini inceleyen çalışmalar bildiğimiz kadarıyla sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı yetişkinlerde sürdürülebilir gıda okuryazarlığında cinsiyet rolünün incelenmesidir.

## MATERYAL VE METOD

### Araştırmanın tasarımı ve örneklem seçimi

Tanımlayıcı ve kesitsel tipteki bu çalışmada katılımcı sayısı G power 3.1.9.4 paket programı kullanılarak belirlenmiştir. Bağımsız örneklem için t-testi ile güç analizi tek yönlü hipotez için %95 güven, %95 test gücü ve 0.4681072 etki büyüklüğü ile minimum 200 kişiye ulaşılması hedeflenmiştir (22). Araştırmaya katılım gönüllük esasına dayalı olup gönüllü olan, 18-65 yaş aralığındaki, anket doldurmaya engel teşkil eden herhangi bir sağlık problemi olmayan yetişkin

bireyler dahil edilmiştir. Araştırma formu Mayıs ve Ağustos 2023 arasında çevrimiçi bir platform (Google Formlar) aracılığıyla kolaylı ve kartopu örneklem yöntemiyle ulaşılan yetişkin bireylere uygulanmıştır. Eksik cevap verilmesini önlemek için ankette yer alan tüm sorular zorunlu olarak işaretlenmiştir. Katılımcılara herhangi bir mali teşvik sağlanmamıştır. Araştırmanın etik kurulu onayı Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan (Klinik ve İnsan Üzerinde Yapılan) Araştırmalar Değerlendirme Kurulu alınmıştır.

### Veri toplama aracı

Araştırmanın veri toplama aracı demografik bilgileri içeren anketten ve Sürdürülebilir Gıda Okuryazarlığı Ölçeğinden (SGOÖ) oluşmaktadır. Demografik bilgiler anketi yaş, cinsiyet, eğitim durumu, çalışma durumu, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve hanede gıda alımından sorumlu olup olmadıkları sorgulanmıştır. Sürdürülebilir gıda okuryazarlığı seviyelerini ölçmek için Teng ve Chih (3) tarafından bireyin sürdürülebilir diyetler uygulama becerisini ölçmek geliştirilmiş, Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması Kubilay (7) tarafından yapılmıştır. Ölçeğin Türkçe versiyonu Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – I, Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – II, Yemek ve Mutfak Becerileri, Tutumlar, Harekete Geçme Niyeti ve Harekete Geçme Stratejileri olmak üzere 5 alt boyuttan oluşmaktadır. Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – I ve II sürdürülebilir diyetleri uygulamak için gereken bilgileri, gıda tüketiminin ekolojik çevre üzerindeki etkisini, sürdürülebilir diyetler için gıda ve beslenme bilgisini ve dilini ve hayvan refahı bilgisini içermektedir. Yemek ve Mutfak Becerileri yemek hazırlamak ve gıda israfını azaltmak için temel teknikler dahil olmak üzere gıda ile ilgili faaliyetleri sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetebilmeyi ölçmektedir. Tutumlar alt boyutta bireyin sürdürülebilir beslenmeye ve sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde gıda hazırlamaya yönelik olumlu tutumlarını etkileyen bireysel inançlar ve değer sistemleri yer almaktadır. Harekete Geçme Niyeti ve Harekete Geçme Stratejileri sürdürülebilir diyetler yürütmeye yönelik isteklilik ve bilgi ve becerilerin uygulanmasına yönelik izlenen stratejileri belirleyen soruları içermektedir. Tüm

ölçüm maddeleri, 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 7 (kesinlikle katılıyorum) arasında değişen puanlarla 7'li Likert ölçeği ile ölçülmüştür.

### İstatistiksel analizler

Katılımcılara ait demografik veriler, tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma ve yüzde) kullanılarak raporlanmıştır. Verilerin normal dağılımı için çarpıklık (-1,5) ve basıklık (-1,5) ölçümleri kabul edilmiştir (23). Cinsiyetler arası alt ölçeklerden alınan puanların istatistiksel farkı bağımsız örneklem t-testi kullanılarak belirlenmiştir. Kadın ve erkeklerde ölçek alt boyut ortalama puanlarının belirleyicilerini tespit etmek adına her cinsiyet için çoklu doğrusal regresyon analiz modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerde cinsiyet, yaş, eğitim ve çalışma durumu, aylık hane geliri (TL), gıda alışverişine katılma durumu ve beden kütle indeksi (BKİ) bağımsız değişkenler olarak modele eklenmiştir. Çevrimiçi anketten elde edilen veriler Microsoft Office Excel ve SPSS v24 (Statistical Package for Social Science sürüm 24.0) ile analiz edilmiştir. Analizlerde p değeri <0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### BULGULAR

Toplamda 251 katılımcı araştırma anketini yanıtlamıştır. Bu örneklem %69.7'si kadın olan, yaş ortalaması  $37 \pm 12.37$  yıl, medyan hane geliri 30000 TL, beden kütle indeksi  $24.8 \pm 4.59$  kg/m<sup>2</sup>, %83.3'ü üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip, %54.2'si hanenin gıda alışverişine

katılan bireylerden oluşmaktadır. Tablo 1'de katılımcıların demografik özellikleri cinsiyetlere göre sunulmuştur.

Cinsiyetlere göre SGOÖ'den alınan puan ortalamaları incelendiğinde kadınların her alt boyut için erkeklerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek puan aldıkları görülmüştür (Tablo 2). Sürdürülebilir gıda okuryazarlığını belirleyen cinsiyete özgü faktörleri belirlemek için kullanılan doğrusal regresyon modelinde ise gıda satın almından sorumlu olmanın kadın ve erkeklerde yemek ve mutfak becerilerinin; yalnızca kadınlarda sürdürülebilir gıda bilgisinin belirleyicisi olduğu görülmüştür (Tablo 3).

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Sürdürülebilir beslenme okuryazarlığı, üretimden atık yönetimine kadar her aşamada ekolojik ve çevre dostu kararlar alınması adına önemlidir. Özellikle satın alma aşamasında mevsimsel ve yöresel besin seçimi ile işlenmiş ve özellikle ultra işlenmiş ürünlerden uzak durma, doğal ve minimal işlenmiş ürünler tercih edilmesini içermektedir (24). Bu sebeple sürdürülebilir beslenme için gıda satın alan kişinin bilgisi ve okuryazarlığı oldukça önemlidir. Gıda satın alan kişinin cinsiyetinin hane halkının sürdürülebilir beslenme düzenini etkileyeceği öngörüldüğü için bu çalışma, sürdürülebilir gıda okuryazarlığı alt boyutları arasında cinsiyetin etkisini tanımlamaktır.

**Tablo 1.** Katılımcıların cinsiyetlerine göre demografik özellikleri

	<b>Kadın (n:175)</b>	<b>Erkek (n:76)</b>
<b>Yaş<sup>a</sup></b>	36.4 ± 12.49	38.5 ± 12.1
<b>Aylık hane halkı geliri (TL)<sup>b</sup></b>	30000 (3000-50000)	30000 (5500-150000)
<b>BKİ (kg/m<sup>2</sup>)<sup>a</sup></b>	24.1 ± 3.83	26.6 ± 4.68
<b>Eğitim durumu<sup>c</sup></b>		
Üniversite altı	30 (17.1)	9 (11.8)
Üniversite ve üstü	143 (81.7)	66 (86.8)
<b>Bir işte çalışıyor olma</b>	108 (61.7)	69 (90.7)
<b>Gıda almından sorumlu olma<sup>c</sup></b>	103 (58.9)	33 (43.4)

a:Ortalama±Standart Sapma

b: Medyan (Minimum-Maksimum)

c: Sayı (Yüzde)

Sağlık ve besin okuryazarlığı ile ilgili yapılmış birçok çalışma, “yemek hazırlama ve pişirme” işlerinin çoğunun kadınlar tarafından yapıyor olması ile sosyal olarak inşa edilen bu cinsiyet rolü, kadınların sağlıklı beslenmeye daha fazla yatkın olması ve erkeklere kıyasla daha yüksek gıda okuryazarlığı düzeylerine sahip olduklarını göstermektedir (8, 9, 10, 11, 12). Ülkemizde de kadınların gıda seçimi, hazırlanması ve tüketiminde satın alma aşamasından itibaren erkeklerden daha fazla söz sahibi olduğu ve daha fazla gıda ile etiket okuryazarlığına sahip oldukları saptanmıştır (12, 14). Gıda ve etiket okuryazarlığına ek olarak geliştirilen SGOÖ sürdürülebilir beslenme bilgisi, tutum ve harekete geçme alt boyutlarını içermektedir.

Araştırmamızın sonuçları, SGOÖ tüm alt boyutlarda kadınların erkeklerden anlamlı

olarak daha yüksek puanlar aldığını bildirmiş olup literatürdeki verileri desteklemektedir. Buna rağmen Tayvan’da yapılmış olan **çalışma** (3) ile Öztürk ve Özgen’in yürütmüş oldukları **çalışmada** sürdürülebilir gıda okuryazarlığı puanı ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (15). Çeşitli sosyo-ekonomik düzey, yaş grubu ve cinsiyetten bireyin katıldığı geniş örnekleme sahip çalışmalara ihtiyaç vardır.

Son zamanlarda sürdürülebilir gıda okuryazarlığı kavramı üzerine araştırmalar artmaktadır. Üretimden tüketime kadar olan tüm süreçte bireylerin farkındalığının artması, daha az mevcut kaynağı tüketen ve düşük sera gazı emisyonuna sebep olan besinlerin seçimi gıda satın almında önem sarf etmektedir (15). Çalışmamıza katılan kadınlar 103 (%58.9), erkeklerden 33 (%43.4) daha fazla gıda

**Tablo 2.** Cinsiyetlere göre SGOÖ alt boyutlarından alınan puanların kıyaslanması

	Kadın	Erkek	p*
Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – I <sup>a</sup>	5.2±1.47	4.7±1.72	0.047
Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – II <sup>a</sup>	5.7±1.28	5.2±1.69	0.026
Yemek ve Mutfak Becerileri <sup>a</sup>	5.9±1.22	5.2±1.74	0.001
Tutumlar <sup>a</sup>	5.2±1.66	4.6±1.74	0.005
Harekete Geçme Niyeti ve Harekete Geçme Stratejileri <sup>a</sup>	5.6±1.28	5.1±1.68	0.019

\*Bağımsız gruplarda T-testi

a:Ortalama±Standart Sapma

**Tablo 3.** Sürdürülebilir gıda okuryazarlığını belirleyen cinsiyete özgü doğrusal regresyon modeli

Bağımsız değişkenler <sup>a</sup>	Kadın		Erkek		
	B	%95 GA	B	%95 GA	
Gıda satın alımından sorumlu olma	Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – I	0.545*	0.046-1.043	0.32	-0.517-1.182
	Sürdürülebilir Gıda Bilgisi – II	0.450*	0.032-0.868	0.627	-0.195-1.448
	Yemek ve Mutfak Becerileri	0.507*	0.117-0.898	0.857*	0.008-1.706
	Tutumlar	0.418	-0.161-0.998	0.241	-0.627-1.108
Harekete Geçme Niyeti ve Harekete Geçme Stratejileri	0.197	-0.214-0.608	0.764	-0.067-1.594	

\*Standardize olmayan beta için p<0,05

a:Yaş, eğitim durumu, çalışma durumu, aylık gelir ve BKİ için kontrol edilmiştir.

GA: Güven aralığı



satın alımından sorumludur. Bunun nedeni olarak Türk mutfak kültürü ve beslenme alışkanlıklarına göre tüm aşamaları ile yemek hazırlama ve pişirme sorumluluğunun kadında olması gösterilebilmektedir (16).

Diğer alt boyutlar incelendiğinde sürdürülebilir gıda bilgisi I ve II alt boyutlarının sadece kadınlarda gıda satın almadan sorumlu olmaktan etkilendiği tespit edilmiştir. Yemek ve mutfak becerileri alt boyutlarında ise her iki cinsiyette de gıda satın alınımının belirleyici olduğu saptanmıştır. Tutum ve harekete geçme niyeti alt boyutlarında ise her iki cinsiyette de anlamlılık saptanmamıştır. Sürdürülebilirlik hakkındaki bilgi ve yaklaşımların kişilerde tutum ve davranışa geçmesi zaman alabileceği ön görülebilir. Buna rağmen doğrusal regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması tek başına neden-sonuç ilişkisini açıklamamaktadır (17). İleri düzeyde istatistiksel analizlerin yapıldığı ve diğer değişkenlerin etkilerinin de incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın sınırlılığı, ankete katılanların sayısının az olması ve Türkiye’de yaşayan yetişkinlerle sınırlı olmasıdır. Rastgele kartopu yöntemi kullanılarak örneklem seçiminde karşılaşılan sorunlardan biri olarak yaş, eğitim ve gelir düzeyleri eşit olarak seçilememiştir. Farklı kültürler ve grupların seçimini sağlamak amacıyla gelecekte kırsal ve kentsel nüfusa eşit olarak dağıtılan, geniş örneklem büyüklüğüne sahip çalışmalar yürütülmelidir. Ayrıca çalışmanın gözlemsel olması ve elde edilen verilerin bireylerin beyanına dayalı olması nedeniyle, bilinmeyen karıştırıcı faktörlerin etkisi göz ardı edilememelidir.

Olası iklim krizinin etkilerini azaltmak adına bireylerin farkındalığının artması, tutum ve hareketlerinin değişmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir beslenme adına etiket ve gıda okuryazarlığı ise her yaş grubundan bireyin sahip olması gereken bir yetkinliktir. Bireylerin farkındalığı ve bilgisi arttıkça, besinlere karşı tutumları değişecek ve olası iklim krizine karşı önerilen besin ve beslenme düzenleri yaygınlaşacaktır.

Çocuklar, ergenler ve yaşlı yetişkinler için

gıda okuryazarlığı ölçümleri konusunda her yaşam evresinin özelliklerini dikkate alan daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Kişilerin bu konuda eğitilmesi ve farkındalığının artırılması amaçlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. (2019). Sustainable healthy diets: guiding principles. Rome (IT). <http://www.fao.org/3/ca6640en/CA6640EN.pdf>
2. Aktaş, N., & Özdoğan, Y. (2016). Gıda ve beslenme okuryazarlığı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 146-153. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.259105>
3. Teng, C. C., & Chih, C. (2022). Sustainable food literacy: A measure to promote sustainable diet practices. *Sustainable Production and Consumption*, 30, 776-786.
4. Kalkan, I. (2019). The impact of nutrition literacy on the food habits among young adults in Turkey. *Nutrition research and practice*, 13(4), 352-357. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.008>
5. Sonkaya, Z. İ., Balcı, E., & Arif, A. (2018). Üniversite öğrencilerinin gıda okuryazarlığı ve gıda güvenliği konusunda bilgi, tutum ve davranışları “Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu örneği”. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 75(1), 53-64. <https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2018.99710>
6. Özdenk, S. (2020). Genç sporcuların beslenme okuryazarlığı düzeylerinin incelenmesi (Sinop İli örneği). *Uluslararası Spor Bilimleri Öğrenci Çalışmaları*, 2(2), 121-129.
7. Kubilay, MN. (2023). *Sürdürülebilir Gıda Okuryazarlığı Ölçeğinin Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması*. (Tez No. 819673) [Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
8. Swinburn, B. A., Sacks, G., Hall, K. D.,

- McPherson, K., Finegood, D. T., Moodie, M. L., Gortmaker, S. L. (2011). The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet (London, England)*, 378(9793), 804–814. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60813-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60813-1)
9. Sponselee, H. C. S., Kroeze, W., Poelman, M. P., Renders, C. M., Ball, K., Steenhuis, I. H. M. (2021). Food and health promotion literacy among employees with a low and medium level of education in the Netherlands. *BMC public health*, 21(1), 1273. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11322-6>
  10. Koca, B., & Arkan, G. (2021). The relationship between adolescents' nutrition literacy and food habits, and affecting factors. *Public Health Nutrition*, 24(4), 717-728. <https://doi.org/10.1017/S1368980020001494>
  11. Hoteit, M., Mansour, R., Mohsen, H., Bookari, K., Hammouh, F., Allehdan, S., AlKazemi, D., Al Sabbah, H., Benkirane, H., Kamel, I., Qasrawi, R., Tayyem, R., & regional food literacy group (2023). Status and correlates of food and nutrition literacy among parents-adolescents' dyads: findings from 10 Arab countries. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1151498. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1151498>
  12. Ertürk Yaşar, H. (2023). Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumları ve beslenme okuryazarlığı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (3), 150-1158. <https://doi.org/10.33206/mjss.1248108>
  13. Atınç, M., Kahraman, T. (2022). Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeyleri: Almanya, Macaristan ve Türkiye karşılaştırması. *Aydın Gastronomy*, 6 (2), 179-189. [https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/gastronomy\\_v06i2006](https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/gastronomy_v06i2006)
  14. Çolakoğlu, F., Çolakoğlu, S., Künili, İ. E., Ormancı, H. B., Güngör Ertuğral, T., Yüzgeç, U. (2022). Türkiye'de gıda güvenliği konusunda tüketicilerin bilinç düzeyinin belirlenmesi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 4, 13-24.
  15. Öztürk, E. E., & Özgen, L. (2023). Evaluation of the relationship between nutrition knowledge and sustainable food literacy. *Journal of Contemporary Medicine*, 13(1), 66-71. <https://doi.org/10.16899/jcm.1221031>
  16. Karaca, E., Altun, İ. (2017). Toplumsal cinsiyetin geleneksel Türk mutfağına yansımaları. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 10 (20), 335-342.
  17. Kılıç, S. (2013). Doğrusal regresyon analizi. *Journal of Mood Disorders*, 3 (2), 90-92. <https://doi.org/10.5455/jmood.20130624120840>
  18. T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2022, Yayın No: 1031, Ankara. [https://hsgmdestek.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Rehberler/Turkiye%20Beslenme%20Rehber%20\(TUBER\)%202022.pdf](https://hsgmdestek.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Rehberler/Turkiye%20Beslenme%20Rehber%20(TUBER)%202022.pdf).
  19. Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. *ESA Working Paper No. 12-03*. Rome, FAO.
  20. Pekcan, A. G. (2019). Sürdürülebilir beslenme ve beslenme örüntüsü: bitkisel kaynaklı beslenme. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), 1-10. <https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1268>
  21. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Murray, C. J. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *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)
  22. Kang, H. (2021). Sample size determination and power analysis using the G\* Power software. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.17>
  23. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. (2013). *Using multivariate statistics (Sixth Ed.)*. Pearson.
  24. Kırçalı Haznedar, N., Aktaş, N. (2022). Sürdürülebilir beslenme ve gıda güvenmesinin sağlanmasında gıda ve beslenme okuryazarlığının gerekliliği. N. Aktaş N (Ed). *Gıda ve beslenme okuryazarlığı* (1. baskı s.17-25) içinde. Türkiye Klinikleri.

# Physical, textural, and sensory evaluation of cakes with carob molasses pulp

## *Keçiboynuzu pekmez posalı keklerin fiziksel, dokusal ve duyuşsal değerlendirilmesi*

Yüksel Özdemir  <sup>1</sup>Serpil Yalım Kaya  <sup>2\*</sup>Sevcan İlhan  <sup>3</sup>

1 Department of Nutritional and Dietetics, Toros University, Mersin, Turkey

2 Department of Gastronomy and Culinary Arts, Mersin University, Mersin, Turkey

3 Department of Food Engineering, Mersin University, Mersin, Turkey

### Article info

#### Keywords:

Carob bean fruit, *Ceratonia siliqua* L., carob molasses pulp, cake, bakery products.

#### Anahtar Kelimeler:

Keçiboynuzu meyvesi, *Ceratonia siliqua* L., keçiboynuzu pekmezi posası, kek, unlu mamuller

Received: 25.09.2023

Accepted: 20.11.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2223

Özdemir, Y.; Yalım Kaya, S.; İlhan, S. Physical, Textural, and Sensory Evaluation of Cakes with Carob Molasses Pulp

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

#### Corresponding Author(s):

\* Serpil Yalım Kaya, [syalim@mersin.edu.tr](mailto:syalim@mersin.edu.tr)

### Abstract

Carob molasses pulp flour (CMP), rich in fibers, minerals, and polyphenolics that can benefit human health and have a high potential as a dietary source, is a waste or by-product of carob molasses and carob syrup production. In this study, the effect of adding industrial food waste CMP to commonly consumed cake to develop inexpensive food products with increased nutritional value on the textural, physical, and sensory qualities of the cake was investigated. In this study, 5, 10, and 15% CMP were used instead of wheat flour in the cake, and its quality characteristics were investigated. Weight loss was  $14.50\pm 0.1\%$  and volume was  $101.83\pm 0.7$  dm<sup>3</sup> for the control cake, and it was similar in all samples. Although the hardness of the CMP15 cake ( $480.95\pm 94.5$  g) was slightly increased ( $p<0.05$ ), CMP05 and CMP10 had similar textures compared to the control cake ( $368.75\pm 33.4$  g). The highest color values belonged to the control cake ( $L^*=60.68\pm 0.71$  and  $b^*=45.79\pm 0.47$ ). The cake colors strongly depended on the CMP. CMP increased cocoa-like color, which was preferred and desired by some consumers. In conclusion, the utilization of CMP did not significantly change the volume, weight loss, texture, and sensorial properties of cake samples according to the control. According to the findings, up to 15% of CMP can be added to the cake recipes with



high sensory acceptance, and without any decrease in quality parameters. As a result, CMP, which is thought to be extremely rich in fibers, minerals, and polyphenolics, may be very suitable as a natural additive or substitute material for many foodstuffs, such as functional foods.

## Özet

İnsan sağlığına fayda sağlayabilecek lifler, mineraller ve polifenolikler açısından zengin olan ve besin kaynağı olarak yüksek potansiyele sahip olan keçiyoynuzu pekmezi posası unu (CMP), keçiyoynuzu pekmezi ve keçiyoynuzu şurubu üretiminin bir atık veya yan ürünüdür. Bu çalışmada, besin değeri artırılmış ucuz gıda ürünleri geliştirmek amacıyla yaygın olarak tüketilen keklere endüstriyel gıda atığı CMP ilavesinin kekin dokusal, fiziksel ve duyuşsal niteliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada kekta buğday unu yerine %5, 10 ve 15 oranında CMP kullanılmış ve kekin kalite özellikleri araştırılmıştır. Kontrol kekinde ağırlık kaybı %14.50±0.1 ve hacim 101.83±0.7 dm<sup>3</sup> olup tüm örneklerle benzerdi. Her ne kadar CMP15 kekinin sertliği (480.95±94.5 g) biraz artmış olsa da (p<0.05), CMP05 ve CMP10, kontrol kekiyle (368.75±33.4 g) benzer dokulara sahipti. En yüksek renk değerleri kontrol kekindeydi (L\*=60.68±0.71 ve b\*=45.79±0.47). Kek renkleri büyük ölçüde CMP'ye bağılıydı. CMP, bazı tüketiciler tarafından tercih edilen ve istenen kakao benzeri rengi arttırdı. Sonuç olarak, CMP kullanımı kek örneklerinin hacmini, ağırlık kaybını, dokusunu ve duyuşsal özelliklerini kontrole göre önemli ölçüde değiştirmede. Elde edilen bulgulara göre, duyuşsal kabulü yüksek olan ve kalite parametrelerini düşürmeden kek tariflerine %15'e kadar CMP eklenebilmektedir. Sonuç olarak lifler, mineraller ve polifenolikler açısından son derece zengin olduğu düşünölen CMP'nin, fonksiyonel gıdalar gibi birçok gıda maddesi için doğal bir katkı maddesi veya ikame malzemesi olarak çok uygun olabileceği düşünölmektedir.

## INTRODUCTION

One of the most consumed foods in the world is bakery products such as cake. Cake is a commonly consumed food because of its pleasant flavor, variety, and airy texture (1). The relationship between food and health has an increasing impact on food consumers due to the importance of a healthy diet on the quality of life (2). Nowadays, some functional and enriched food products such as cakes are found in stores (3). Common cake can be an excellent food type for introducing new healthy eating habits (4). Therefore, functional components coming from a waste of plant sources are good choices for developing new food with special health-enhancing and economic benefits (2). Some studies have been made to enrich cake with fiber and functional compounds like by-products from fruits and cereals (1, 4-7). Replacing a part of wheat flour with functional ingredients to produce enriched products can change properties such as stability, texture, and taste (3). Generally appearance, color, and texture of cake are important for consumers.

Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.), which grows widely in the Mediterranean region of the world, consists of 90% pod and 10% seeds. Generally, the carob pod is consumed as fresh or processed into a cocoa-like carob powder, carob syrup, and carob molasses (pekmez in Turkish) (8-10). The carob pods have nutritional components such as minerals (calcium, iron, potassium, etc.), carbohydrates (especially glucose, fructose, and sucrose), and functional components like polyphenolic compounds and dietary fibers with antioxidant activity that can benefit human health (9, 11). Carob products are used in producing a wide range of food and beverage formulations such as bakery, confectionery, cocoa, and chocolate alternatives, infusions, sweets, cereals, snacks, health bars, carob spreads, teas, pasta, etc. (4, 9, 11). Carob molasses pulp (CMP), is a by-product or a waste of carob molasses or carob extract or carob syrup industry, and it represents a cheap and available raw material to produce a value-added product such as bakery products. Unfortunately, CMP contains high amounts of dietary fiber and both insoluble and soluble

polyphenols (9,10), but it is not used as food and is generally treated as waste (12). Carob fiber has a very high antioxidative capacity against reactive oxygen species (11). A fiber-rich diet is characterized by biological benefits such as improving colon health, lowering the risk of chronic diseases, and protecting the cells from oxidative damage (3). Unlike carob flour which contains high sugar content (8-10), the CMP can be considered healthier because of its high fiber content and low sugar or sugar-free pulp (9). Minerals, dietary fibers, polyphenolics, and antioxidants are among the phytochemicals found in CMP, so utilization of CMP in recipes can enhance the nutritional value of foods (10). CMP was used to enrich sucuk with fibers (9), and ice cream cones (10). Although the recent literature reports the use of carob flour in cake, bread, and other bakery food recipes (4, 6, 13) no studies could be found about replacing wheat flour with carob molasses pulp in cakes. This study aims to research the effect of adding carob molasses pulp flour at an increasing rate (0-15%) to cake recipes. The weight loss, volume, texture, color, and sensory properties of cakes were measured for quality evaluations.

## MATERIALS AND METHODS

### Materials

Raw carob molasses pulp was obtained from a carob molasses processing company in Türkiye. All of the chemicals used for the experiments were analytical grades. Wheat flour, milk, sunflower oil, sugar, eggs, baking powder, and vanilla included in the production of cakes were supplied from the local markets and cold-stored until their usage.

### Carob molasses pulp flour preparation

The raw carob molasses pulp was dried in an oven (JP, Selecta, Spain) at 50 - 55 °C for 8 hours to less than 10% moisture. Then, the dried pulp was grinded with a laboratory mill (IKA, M20, Labortechnik, Staufen, Germany), and the ground particles were sieved (Model VE 100, Retch, Germany) to adjust the particle size to 100 µm. The prepared flour sample was stored in airtight plastic bags at 4 °C until further use and called carob molasses pulp flour (CMP) (12).

### Cake preparation

The ingredients used in each cake formulation are given in Table 1. The cakes were prepared by replacing wheat flour with 5%, 10%, and 15% CMP on a flour basis. The control sample contained wheat flour, in total, 300.0 g (100% flour basis). 164.0 g sugar, and 180.0 g whole egg were first mixed at the maximum speed of the mixer (KitchenAid Model APM10, St. Joseph, MI, USA) for three minutes until a creamy mixture was formed. Then 182.0 g whole milk and 164.0 g sunflower oil were added and blended for one minute. After that, 300.0 g wheat flour, 10.0 g baking powder, 5.0 g vanilla, and 0 - 45 g CMP (0% CMP for control) were added, and the mixture was stirred up for four minutes. Oil, milk, and eggs were equilibrated at room temperature before use. The cake batter was put in greased aluminum pans and baked at 180 °C for 45 min in a preheated oven (Mayapaz, HCG-6/11 Model, Türkiye). At least three cakes were prepared per recipe. Deionized water was used in all formulations (12). The baked samples were removed from their pans, after cooling to room temperature. All the cakes were analyzed on the day of baking. The weight loss, volume, color, texture (hardness), and sensory analysis were assessed as bread quality characteristics.

### Weight loss analysis

The weight loss as an index of moisture loss of cakes was measured three times for the same sample. It was calculated as a percentage of the difference between the weight of the baked sample just after baking and the weight of dough or batter just before it was placed into the oven (13).

### Volume analysis

The volume of cake samples was measured by the rapeseed method based on the bread volume determination method (AACC, 1995) (14). The test was applied at room temperature and based on the rapeseed displacement principle. The principle of the experiment; rapeseed is filled into a measuring cylinder to the marked size and afterwards it is emptied back. The cake samples are put into the cylinder and rapeseeds are added again and filled until the level reaches

the marked size. The volume of the remaining rapeseed seeds was measured. The volume of rapeseed measured is equal to the volume of the cake and is expressed in dm<sup>3</sup>. The experiment was performed in 3 repetitions and 2 in parallel.

### Texture (hardness) analysis

Texture parameters (F<sub>max</sub>, deformation, hardness, firmness) of each cake sample were measured using a texture analyzer (Stable Micro Systems, UK) according to the AACC 74-09 method (AACC, 2000) (14). Test parameters, pretest speed: 1.0 mm/s, test speed: 1.7 mm/s, posttest speed = 10 mm/s, and distance = 10 mm with automatic detection of the force with a 5 kg load cell (trigger force = 5 g force). The maximum force in the force-deformation curve was defined as the hardness of the sample and was measured for textural properties. The maximum peak value was recorded for each analysis, and its average was calculated in force unit (g). The hardness test was applied to both the outer surface and the inner section of the samples, which were kept at 25 °C after baking for equilibration to room temperature. The experiment was carried out in 3 repetitions and 5 parallels (14).

### Color analysis

The color of cake samples was measured by using a Color Quest XE colorimeter (Hunter Lab., Hunter Assoc. Laboratory, Reston, VA, USA). Six samples were analyzed for each cake recipe. The average color method was used to determine average L\*, and b\* values for each sample. The

results were expressed in the CIELAB system as L\*, a\*, and b\* parameters indicating lightness (+) to darkness (-), redness (+) to greenness (-), and yellowness (+) to blueness (-), respectively (14).

### Overall acceptability and sensory analysis

Sensory analysis of the samples was carried out with 20 trained panelists (mean age 26, nonsmokers) consisting of Mersin University Food Engineering Department (10). The laboratory was equipped with individual compartments and the tests were performed under white light at room temperature. The cake samples coded with random three-digit numbers were offered to panelists. All samples were analyzed for their appearance, crust and crumb color, structure (porosity and softness), odor, mouthfeel, and overall acceptability. Cake samples for each recipe were offered on white plastic plates together with advice to rinse their palate with water to avoid residual effects and detailed information about the procedure. All the sensory evaluations were carried out using a five-point hedonic scale (1 = 'Strongly disliked'; 2 = 'Slightly disliked'; 3 = 'Indifferent'; 4 = 'Slightly liked'; and 5 = 'Strongly liked'). Statistical analyses were carried out by taking the average of the scores given by each panelist for different cake formulations (6, 10, 15).

### Statistical analysis

Statistical analysis of the data was performed using the package program (SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL)). In cases where more

**Table 1.** Formulation for cake preparation

Ingredients	Control	CMP05 <sup>†</sup>	CMP10	CMP15
Wheat flour (g)	300	285	270	255
Carob molasses pulp flour (CMP) (g)	0	15	30	45
Egg (g)	180	180	180	180
Milk (g)	182	182	182	182
Sugar (g)	164	164	164	164
Sunflower oil (g)	164	164	164	164
Baking powder (g)	10	10	10	10
Vanilla (g)	5	5	5	5

<sup>†</sup> CMP: Carob molasses pulp flour

than two groups should be compared with each other in terms of a variable examined, it was determined whether there was a difference between the means and One-Way ANOVA, then the difference was evaluated with the Duncan test at a 95% confidence interval. All of the applied processes and analyses were carried out repetitively, but the number of parallels (at least two) varied according to the analysis. Statistical analyses were also evaluated according to the number of repetitions and parallels. All the data were reported as means  $\pm$  SD (standard deviation) (10, 12).

## RESULTS AND DISCUSSION

The data on weight loss and volume of control and sample cakes are given in Table 2. The weight loss was 14.50 % and the volume was 101.83 dm<sup>3</sup> for the control cake. As seen in Table 2, no significant differences ( $p>0.05$ ) were found between the weight loss of control cake and cakes with CMP. As known that baking heat causes weight loss and decreasing yield because of the vaporization of moisture from samples (13).

The volume and weight loss of cakes with CMP were not more than the control cake means that CMP did not cause a low yield for different ratios. These study findings were in agreement with previous studies. Aydogdu et al. (2) used pea, oat, lemon, and apple fiber to enrich cakes and stated that as the concentration of fiber increased, the weight loss of cakes did not change except for using lemon fiber. The water-holding capacity of lemon fiber was reported to be the highest among pea, apple, and oat fibers in cakes, and a higher

amount of lemon fiber prevented moisture loss in cakes as compared to control cake. Yalim Kaya & Özdemir (8) reported that fiber-rich carob pods had water-holding capacity values between 1.51 and 2.37. Berk et al. (13) reported that higher carob bean flour in cake formulation had not affect the weight loss of cakes. Gums, which have a similar effect on weight loss with fibers, increase moisture retention in baking products, effective for preventing moisture loss because they have higher water binding capacity. The fact that the weight loss and volume values of the samples were not different from the control could be explained as the fibers in the CMP could hold the water and prevent moisture loss due to its water-holding capacity, like the bran in wheat flour, during the baking of the cakes. There was no difference between the volume of cake with CMP and control ( $P>0.05$ ). However, some studies have reported that it has changed. When cakes were prepared from blends of wheat flour with 5, 10, 15 and 20% fruits (orange waste, carrot pomace), and vegetable wastes (potato peels and green pea peels), the volume of cakes decreased with an increase in fruit and vegetables wastes content from 0 to 20% (5). El-Beltagi et al. (1) reported that 15% of PPPF (prickly pear peel flour) significantly decreased the volume of cake and it exhibited the lowest values for height, volume, and specific volume, according to the 5% PPPF, 10% PPPF, and control cakes. This was likely because as the concentration of wheat flour was reduced in each subsequent sample, the concentration of wheat gluten was also decreased, and as a result, a corresponding decrease in the batter volume

**Table 2.** Percentage weight loss, volume, texture (hardness), and color of cake samples with and without CMP†

Sample Code	CMP (% w/w)	Weight Loss‡ (% w/w)	Volume‡ (dm <sup>3</sup> )	Hardness‡ (g)	L*‡	b*‡
Control	0	14.50 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	101.83 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	368.75 $\pm$ 33.4 <sup>b</sup>	60.68 $\pm$ 0.71 <sup>a</sup>	45.79 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>
CMP05	5	14.53 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	102.83 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	411.65 $\pm$ 26.9 <sup>a,b</sup>	33.47 $\pm$ 1.03 <sup>b</sup>	14.45 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>
CMP10	10	14.51 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	102.16 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	370.65 $\pm$ 40.0 <sup>b</sup>	26.45 $\pm$ 0.50 <sup>c</sup>	10.56 $\pm$ 0.63 <sup>c</sup>
CMP15	15	14.52 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	102.30 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	480.95 $\pm$ 94.5 <sup>a</sup>	23.84 $\pm$ 0.18 <sup>d</sup>	9.16 $\pm$ 0.59 <sup>d</sup>

† CMP: Carob molasses pulp flour,

‡ Standard deviation of the mean of at least three replicates. This means that the same column with different superscripts is significantly different ( $p<0.05$ ).

was observed. Nakov et al. (16) observed that the addition of grape pomace (GPP) flour to cakes by 4–10% increased nutrients. The cake volume did not change significantly from 0 to 6% GPP but then decreased sharply by 10% GPP. Fidan et al. (6) reported that the specific volume of the control cake was lower than the cake samples that contained carob flour. It has been reported that when the cocoa powder was replaced with carob flour in the cakes, the weight of the cakes with increased substitutes was heavier (17). The effect of the oat, lemon, apple, and pea fiber supplementation on the volume of cakes which depends on the nature and the amount of added fibers, was studied. As reported, there was a significant difference between cakes enriched with different types of fibers, because oats and peas had a higher amount of insoluble fiber than apple and lemon, and lemon fiber resulted in the lowest volume of cakes (2). It was reported that muffins' weight remained constant in all formulations using peach fiber to replace wheat flour (18). Papageorgiou et al. (4) reported that a significant decrease was observed in the cake-specific volume and cake yield with increasing levels of wheat flour substitution with carob flour whereas carob cake batters exhibited similar densities with that of the control at carob flour substitution levels lower than 70% flour basis. In general, carob flour has a high sugar content and lower DF content than CMP. The difference between the content of carob flour and CMP may have caused the difference between the volume value of this study and the studies in which carob flour was added.

One of the important parameters that influence the cake quality is texture. Thus, hardness values were evaluated in terms of textural properties. Cake quality was adversely connected with an increase in cake hardness (7). The data for the hardness of cakes with and without CMP was given in Table 2. The control cake's hardness was 368.75 g. The hardness of cake values was slightly increased with increasing substitution and the highest value was obtained for CMP15 cake. The chewiness of the product is positively related to the hardness, when the hardness of the cake increases, it causes difficulty chewing cake (7). The texture properties of the cake were

affected by replacement levels of fiber sources (5). The addition of grape pomace to the cake had increased hardness and chewiness (16). The hardness value of CMP15 cake ( $480.95 \pm 94.5$  g) was significantly higher than the control cake ( $368.75 \pm 33.4$  g). However, the hardness difference between the control cake and the cakes of CMP05 and CMP10 was not significant ( $P > 0.05$ ). This result agreed with studies by Papageorgiou et al. (4) and Grigelmo-Miquel et al. (18). According to a study, only a higher-level addition of roasted carob flour (50%) caused a significant difference from the control cake. It has been reported that when compared to the control cake, the hardness of the crumb decreased significantly without any significant change in the springiness values of the cake when 10% and 30% (flour basis) carob flour were used (4). The textural properties of the muffin samples with 2, 3, 4, 5, and 10% peach dietary fiber were examined by Grigelmo-Miguel & Martin-Belloso (18), and no statistically significant difference had observed among the samples, but, only one sample with 10% fiber was found to differ from the control sample. It was reported that when peach fiber was used in muffins instead of wheat flour, their density increased and the number of air pockets reduced, thereby increasing the force required (hardness) for compression. However, significant differences had not been found and it did not have much negative effect on its textural properties (18). In a study that was associated with the fiber content, about the effects of replacement of rice flour with carob bean flour at different concentrations (10 to 30%) on cake quality, it was reported that cakes prepared with 20% carob flour had the highest specific gravity and the softest texture value. It has been reported that optimum fiber content improved volume and texture properties, while excess fiber content caused less volume and unacceptable textural properties (13).

Color plays a crucial role in cakes as it, along with texture and aroma, greatly influences consumer preference (7). The change of color parameters of cakes are shown in Table 2 and Figure 1. As seen in Table 2, significant differences between all of the samples for the lightness ( $L^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) values of the crust of the cake were observed.

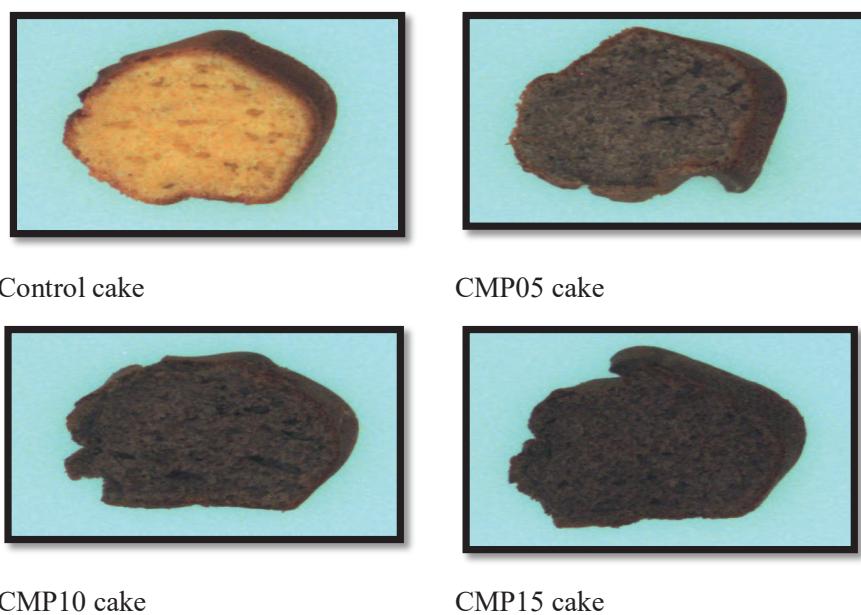


The  $L^*$  values of the control, CMP05, CMP10, and CMP15 cake samples were 60.68, 33.47, 26.45, and 23.84 respectively. Also,  $b^*$  values were 45.79, 14.45, 10.56, and 9.16, respectively. The  $L^*$  and  $b^*$  values, the highest in the control sample, decreased gradually due to the increase in the amount of CMP. Because the control cake produced by using only wheat flour was yellow, the lightness and yellowness values were the highest. On the other hand, the CMP has a dark color and it significantly affected the  $L^*$  and  $b^*$  values of the samples with CMP. The increased color darkness was thought to be due to the natural color of fruit or oxidation of polyphenols in CMP because the important properties of carob beans are the high amount of dietary fiber and soluble and insoluble polyphenols, in addition to carbohydrates (19). That could be occurred because of both CMP flour's darker color (lower value of  $L^*$  and  $b^*$ ) compared with wheat flour and also the development of caramelization or Maillard reaction. The Maillard reaction, and caramelization of sugars cause of darkening and the formation of color in bakery products during baking are widely known as browning (20). Browning occurs on account of non-enzymatic chemical reactions that generate colored

compounds while baking. Those reactions are the Maillard reaction and caramelization. The Maillard reaction transpires whilst reducing sugars and amino acids, proteins, and/or different nitrogen-containing compounds are subjected to heat together. However, caramelization is a term for describing a complex group of reactions that occur due to direct heating of carbohydrates, in particular, sucrose and reducing sugars (21).

These findings are consistent with those of El-Beltagi et al. (1) who reported that cakes containing different levels of PPPF (5, 10, and 15%) showed a significant decrease in the  $L^*$  properties of the crumbs. In contrast, the cakes containing 10 and 15% PPPF showed a notable rise in the crust's redness. Compared to the control, the color of cakes made from proso millet had been shown that considerable increases in  $b^*$ , and a significant decrease in  $L^*$ , probably due to the color of the proso millet itself (7). The color parameters  $L^*$ , and  $b^*$  varied with the addition of grape pomace (GPP). The control cake had the brightest color, followed by the 4%, 6%, and 8% GPP-enriched samples, while the 10% GPP-added cakes had the darkest color because of the darker color of the GPP in comparison to the wheat flour (16). The quality of roasted carob

**Figure 1.** Effect of carob molasses pulp flour (CMP) on the appearance, color, and structure of cakes



**Note:** The cakes were prepared by replacing wheat flour with 5% (CMP05 cake), 10% (CMP10 cake), and 15% carob molasses pulp flour (CMP15 cake) on a flour basis.

flour (0–70% flour basis) added to cakes had been studied and carob flour addition of up to 10% flour basis resulted in cakes with lighter crumb color than the control cocoa cake. At cocoa substitution levels higher than 50% carob flour, the final products were resulted as significantly darker cakes ( $p < 0.05$ ). On the other hand, it was reported that the gradual increase in the level of carob flour produced cakes with less yellow and more intense red color compared to the control cocoa cake in this study (4). It was reported that when the cocoa powder was replaced by carob flour in cakes, the color of the cakes was darker than the others, and the cake with 100% carob flour was the darkest (17). Although the color darkness of cakes with the addition of CMP increased, these color results did not negatively affect the sensory acceptability of the cake samples.

Consumers' appreciation of food products is largely based on visual and sensorial impressions. Hence, for new product development, sensory analysis is necessary to test the acceptability of foods (16). Although typical and diverse quality features are related to each product, in most bakery products, surface color together with its texture and flavor are the main features affecting the preferences of consumers (20). Sensory analysis data of control and CMP-added cakes are given in Table 3. The results showed that the sensory properties of the cakes with CMP were not significantly different from the control cake and each other for almost all criteria ( $p > 0.05$ ).

For example, there is no difference between the overall acceptability scores of the CMP05,

CMP10, and CMP15 cake samples, and all scores are approximately 4.0 and above (slightly liked), so the cake samples are sensory acceptable. It was observed that the scores of some sensory parameters increased as the amount of CMP in the formulations increased. The CMP10 and the CMP15 cake samples had significantly higher crust color, crumb color, and mouthfeel values than the CMP05 cake ( $p < 0.05$ ). This is probably because carob pod, which has high coloring substances such as poly-phenolics, gives it color and taste similar to cocoa. These results were agreed with studies about the addition of carob flour in cocoa cake recipes (4, 17). It had been reported that the cake elaborated with 10% PPPF obtained the highest sensory analysis scores for the appearance, flavor, and texture to the 5%, and 15% PPPF (1). Sensory evaluation cake samples containing the same type of fiber source at 5, 10, 15, and 20% fruit and vegetable waste had shown that all high fiber substituted cake samples had significantly lower than control cake. The highest and lowest scores in the same type of fiber source by cake samples at 5 and 20% replacement levels, respectively (5). It has been reported that when the cocoa powder was replaced with carob flour up to 75%, the cakes did not show a significant difference concerning sensory properties, and the produced cakes had higher dietary fiber, lower lipid, lower carbohydrate content, and lower calories (17). In a study, panelists evaluated the crumb and crust color of cakes with 30% and 50% carob flour as similar to control cocoa cake, and all carob flour-containing cakes' scores in overall acceptability were similar to the control cake (4). The findings

**Table 3.** Overall acceptability and sensory test of control and CMP †-added cakes ‡§

Sample Code	CMP (%)	Appearance	Crust color	Crumb color	Softness	Porosity	Odor	Mouthfeel	Overall acceptance
CMP05	5	3.4±0.96 <sup>a</sup>	2.6±0.69 <sup>a</sup>	2.6±0.69 <sup>b</sup>	3.9±0.73 <sup>a</sup>	4.0±1.05 <sup>a</sup>	3.4±0.69 <sup>a</sup>	3.6±1.07 <sup>b</sup>	4.0±0.66 <sup>a</sup>
CMP10	10	4.0±0.66 <sup>a</sup>	4.2±0.78 <sup>b</sup>	3.9±0.73 <sup>a</sup>	3.5±0.97 <sup>a</sup>	3.7±0.94 <sup>a</sup>	3.6±0.84 <sup>a</sup>	4.4±0.84 <sup>a</sup>	3.9±0.99 <sup>a</sup>
CMP15	15	4.1±0.87 <sup>a</sup>	3.6±0.69 <sup>b</sup>	3.6±0.78 <sup>a</sup>	4.0±0.66 <sup>a</sup>	3.8±0.78 <sup>a</sup>	3.8±0.91 <sup>a</sup>	4.6±0.51 <sup>a</sup>	4.5±0.52 <sup>a</sup>

† CMP: Carob molasses pulp flour

‡ : Results presented are the mean ± SD of all replications. This means that different letters in the same columns are significantly different ( $p < 0.05$ )

§: Five-point hedonic scale with 1, 3, and 5 representing extremely dislike, neither like nor dislike, and extremely like, respectively.

of the sensory analysis showed that CMP05, CMP10, and CMP15 can be used successfully to replace cakes made with wheat flour.

## CONCLUSIONS

Carob molasses pulp flour (CMP) which is used as livestock feed or disposed of as waste, is a by-product or waste in carob syrup extraction and carob molasses industries. The CMP contains nutritive compounds that can have beneficial effects on human health, such as a high content of insoluble dietary fiber, antioxidants, and polyphenols. Because of this, it could be used as a food additive. Nowadays, the increase in nutrition-related diseases and awareness of healthy nutrition has increased the demand for bakery products that are healthy, functional, and have good sensory quality characteristics. In this study, 5, 10, and 15% CMP were used instead of wheat flour in the cake. As a result of the research, the addition of CMP did not significantly change the volume, weight, and sensorial properties of cake samples. The hardness of the cake slightly increased, but only the CMP15 cake sample was significantly different ( $p < 0.05$ ) from the control. CMP05 and CMP10 cakes showed similar results to the control cake. The colors of the cake are strongly dependent on the CMP amount. The use of CMP in cake formulations caused a strong reduction in lightness and yellowness depending on the substitution level, but it enhanced the desired cacao color, which is preferred by some consumers. Sensory evaluation showed that the addition of CMP had no negative effect on cake quality and overall acceptance. On the other hand, the sensory evaluation scores of all samples are close to or higher than 4 (slightly liked). According to the findings, 5, 10, and 15% of CMP can be added to the cake recipes with high sensory acceptance, and without decreasing any quality parameters. As a result, the CMP can be used in the preparation of many functional foods that are exceptionally rich in fibers, minerals, and polyphenolics.

## REFERENCES

1. Altug Onogur, T., & Elmaci, Y. (2015). *Sensory Evaluation on Foods*. Sidas Publishing. 2nd ed., pp.135. İzmir, Türkiye.
2. Aydogdu, A., Sumnu, G. & Sahin, S. (2018). Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 667–677. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2976-y>.
3. Berk, E., Şumnu, S. G., Şahin, S. (2017). Effects of hydrocolloids and carob bean flour on rheological properties of batter and cake quality. *Gıda*, 42(6), 754- 762.
4. El-Beltagi, H. S., Ahmed, A. R., Mohamed, H. I., Al-Otaibi, H. H., Ramadan, K. M., & Elkatry, H. O. (2023). Utilization of prickly pear peels flour as a natural source of minerals, dietary fiber, and antioxidants: effect on cakes production. *Agronomy*, 13(2), 439. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020439>.
5. Fennema, O.R. (1996). *Food Chemistry* (3rd ed.). New York, Marcel Dekker
6. Fidan, H.; Petkova, N.; Sapundzhieva, T.; Baeva, M.; Goranova, Z.; Slavov, A.; & Krastev, L. Carob syrup and carob flour (*Ceratonia siliqua* L.) as functional ingredients in sponge cakes. (2019). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 11, 71–82.
7. Grigelmo-Miguel & Martin-Belloso, (1999). Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *LWT-Food Science and Technology*, 32, 503- 508.
8. Haber, B., (2002). Carob fibre benefits and applications. *Cereal Foods World*, 47, 365-369.
9. Hosseini, A., & Pazhouhandeh, F. (2023). Production of enriched cakes by apple pulp and peel powder and evaluation of chemical, functional and textural properties. *Vitae*, 30(1). <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v30n1a349519>.
10. İlhan, S., (2013). *Production of Bakery Products Added Carob*. Unpublished master's thesis.

- pp. 81. Mersin University, Mersin, Türkiye.
11. Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Ivanova, N., Stamatovska, V., & Dimov, I.K. (2020). Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 134, 109950. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109950
  12. Owen, RW, Haubner, R, Hull, WE, Erben, G, Spiegelhalder, B, Bartsch, H & Haber, B (2003). Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food Chemical Toxicology*, 41, 1727–1738.
  13. Ozdemir, Y., Oncel, B. & Keceli, M. (2021). Purification of crude fiber from carob molasses pulp and uses in traditional Turkish sucuk. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100410>.
  14. Ozdemir, Y., Ozbek, C. & Ilhan, S. (2022). Ice cream cone enriched with carob molasses pulp. *Food Measure* 16, 3782–3791. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01489-w>.
  15. Papageorgiou, M., Paraskevopoulou, A., Pantazi, F. & Skendi, A., (2020). Cake perception, texture and aroma profile as affected by wheat flour and cocoa replacement with carob flour. *Foods*, 9(11), 1586. doi: 10.3390/foods9111586.
  16. Purlis, E. (2010). Browning development in bakery products—A review. *Journal of Food Engineering*, 99(3), 239-249.
  17. Rosa, C.S., Tessele, K., Prestes, R.C., Silveira, M. & Franco, F., (2015). Effect of substituting of cocoa powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *International Food Research Journal*, 22, 2111–2118.
  18. Serin, S., & Sayar, S. (2017). The effect of the replacement of fat with carbohydrate-based fat replacers on the dough properties and quality of the baked pogaca: a traditional high-fat bakery product. *Food Science Technology (Campinas)*, 37 (1):25-32. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.05516>
  19. Sharoba, A., Farrag, M., & Abd El-Salam, A. (2013). Utilization of some fruits and vegetables wastes as a source of dietary fibers in cake making. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4(9), 433-453. doi: 10.21608/jfds.2013.72084.
  20. Xiao, J., Li, Y., Niu, L., Chen, R., Tang, J., Tong, Z., & Xiao, C. (2023). Effect of Adding Fermented Proso Millet Bran Dietary Fiber on Micro-Structural, Physicochemical, and Digestive Properties of Gluten-Free Proso Millet-Based Dough and Cake. *Foods*, 12(15), 2964. <https://doi.org/10.3390/foods12152964>.
  21. Yalım Kaya, S. & Özdemir, Y. (2015). Effect of extraction conditions and water holding capacity of fruit on soluble solid extraction from carob pod. *Gıda*, 40(6): 327 – 334. DOI:10.15237/gida.GD15022.

# Sürdürülebilir beslenme kapsamında bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin değerlendirilmesi ve depresyon, anksiyete, stres ile ilişkisi

*Evaluation of plant and animal protein consumption within the scope of sustainable nutrition and its relationship with depression, anxiety and stress*

Ezgi Ertal\* 

Merve Gör 

Pınar Üstündağ 

Fatma Çelik 

Esrannur Memiş 

Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

## Article info

### Keywords:

Plant protein, depression, animal protein, sustainability, stress

### Anahtar Kelimeler:

Bitkisel protein, depresyon, hayvansal protein, sürdürülebilirlik, stres

Received: 07.09.2023

Accepted: 03.01.2024

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2320

Ertal et al.; Sürdürülebilir beslenme kapsamında bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin değerlendirilmesi ve depresyon, anksiyete, stres ile ilişkisi

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

### Corresponding Author(s):

\* Ezgi Ertal, [ertallezgi@gmail.com](mailto:ertallezgi@gmail.com)

## Özet

Bu çalışmada sürdürülebilir beslenme kapsamında, bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin depresyon, anksiyete, stres düzeyleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kesitsel türdeki araştırma 225 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara sosyodemografik bilgilerin yer aldığı "Veri Toplama Formu", "Depresyon-Anksiyete-Stres Ölçeği Kısa Formu", "Sürdürülebilir ve Sağlıklı Beslenme Davranışları Ölçeği", "Besin Tüketim Sıklığı" ve "24 Saatlik Geriye Dönük Besin Tüketim Kaydı" formları uygulanmıştır. Araştırmada, ileri depresyon düzeyine sahip bireylerin normal depresyon düzeyine sahip olan bireylere kıyasla sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme davranışları ölçeğinin sağlıklı ve dengeli beslenme alt boyutunda, çok ileri düzey depresyon grubuna sahip olan bireylerin de depresyon düzeyi normal olan bireylere kıyasla kalite işaretleri (yöresel ve organik) ve hayvan sağlığı alt boyutlarında daha düşük puana sahip olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Ayrıca, ileri düzeyde strese sahip olan bireylerin hafif stresli ve normal bireylere kıyasla yerel gıda alt boyutu puanlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Süt grubu tüketiminin depresyon, anksiyete ve stres üzerinde önemli bir

etkisinin olmadığı bulunurken ( $p>0.05$ ), her gün balık tüketimi olanların daha seyrek balık tüketimi olanlara ve/veya hiç balık tüketmeyenlere kıyasla depresyon, anksiyete ve stres puanlarının daha düşük olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bitkisel protein kaynaklarından nohutu ayda bir kez tüketenlerin, haftada 4-6 kez tüketenlere kıyasla daha yüksek depresyon puanına sahip olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Sonuç olarak, ileri depresyon ve stres düzeyine sahip bireylerin normal bireylere kıyasla çeşitli sürdürülebilir ve sağlıklı yeme davranışı alt boyutlarında bilgi düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Depresyon, anksiyete ve stresin azaltılmasında hayvansal kaynaklı proteinler içerisinde balığın, bitkisel kaynaklı proteinler içerisinde ise nohutun depresyonun azaltılmasında etkili olduğu saptanmıştır. Hem depresyonun önlenmesi hem de sürdürülebilir beslenmenin önemi göz önüne alındığında, balık ve kurubaklagillerin yeterli tüketiminin teşvik edilmesi önerilmektedir.

### Extended Abstract

**Introduction and Aim:** Depressive disorder is seen in 4.4% and anxiety disorder in 3.6% of adults in the world. As a result of the rapid increase in the population, there has been a serious increase in the rates of depression, anxiety and stress, especially at young ages (1). Although there are various treatment methods such as pharmacotherapy and psychotherapy for these psychiatric disorders, it is known that they are effective in only less than half of the disease burden. Therefore, additional strategies are needed for treatment (2,3). It is thought that the diet of individuals affects their psychological and mental state. In this context, various amino acids, which act as precursors of neurotransmitters, have significant effects on brain functions and mood at the same time (4). When the literature is examined, it is seen that the results of the studies investigating the relationship between protein consumption and depression, anxiety and stress are not clear. In the literature, studies evaluating the effects of plant or animal protein on depression, anxiety and stress levels are insufficient. In addition, the study of the effect of dietary protein (plant or animal) on the psychological state is also interesting in terms of the concept of sustainable nutrition, which has attracted a lot of attention in recent years. Within the scope of sustainable nutrition, it is recommended to limit the consumption of animal-based foods that increase greenhouse gas emissions, and instead prefer plant-based foods to meet their needs. In the study, it was aimed to evaluate the effect of plant and animal protein on depression, anxiety and stress levels within the scope of sustainable nutrition.

**Material and Method:** The research was carried out with 225 students studying at Biruni University

Faculty of Health Sciences in Istanbul. The "Data Collection Form", which includes questions about sociodemographic information, general health and eating habits, "Short Form of Depression-Anxiety-Stress Scale" to determine depression, anxiety and stress level, "Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale" to determine sustainable eating behaviors, "Food Consumption Frequency" to determine the consumption frequency of food groups, and "24-Hour Retrospective Food Consumption Record" forms were applied to evaluate the food consumption of the previous day. All data were analyzed with SPSS 27.0.1 statistical program.

**Results:** In the study, it was found that individuals with severe depression levels had lower scores in the "healthy and balanced nutrition" sub-dimension of the sustainable and healthy eating behaviors scale compared to normal individuals, and also individuals with extremely severe depression levels had lower scores in the "Quality marks (local and organic)" and "Animal health" sub-dimensions compared to normal individuals ( $p<0.05$ ). It was observed that the individuals in the severe stress group had a lower level of knowledge in the "Local food" sub-dimension compared to the individuals in the mild stress and normal group ( $p<0.05$ ). According to the frequency of food consumption data, it was determined that the consumption of dairy did not have a significant effect on depression, anxiety and stress levels ( $p>0.05$ ). It was found that those who consumed fish every day had lower depression, anxiety and stress scores compared to those who consumed fish less frequently and/or those who never consumed fish ( $p<0.05$ ). It was determined that individuals who consumed chickpeas once a month had a higher depression score compared to individuals who consumed chickpeas 4-6 times a week ( $p<0.05$ ).

**Discussion and Conclusion:** In this study, it was determined that individuals with severe depression and stress levels had lower levels of knowledge in various sustainable and healthy eating behavior sub-dimensions compared to normal individuals. It has been determined that fish, among animal-based proteins, is effective in reducing depression, anxiety and stress. It was also found that consuming chickpeas, which is a source of plant based protein, more frequently was effective in reducing depression levels. It has been determined that the frequency of consumption of foods such as dairy products, lentils, beans and peas, red meat, chicken, processed meats such as salami, sausage, has no effect on depression, anxiety and stress. Smith et al. found that young women who ate two or more fish per week had a 25% lower risk of depression during the follow-up period compared to those who ate less than two fish

per week (5). In a study conducted in Turkey, it was observed that the frequency of consumption of fish and legumes decreased significantly in healthcare workers with high levels of burnout (6). Aucoin et al. reported that legume and fish consumption did not have a statistically significant effect on depression symptoms (7). Anjom-Shoae et al. reported that legume consumption was associated with lower anxiety rates in men, but no significant effects were observed in women (8). In another study, it was stated that there is a significant relationship between moderate legume consumption and depression (9). As in our study, another study reported that a diet rich in milk and dairy products did not have a statistically significant effect on the risk of depression symptoms (10). However, there are also studies in the literature showing that total protein intake and protein from milk and dairy products can reduce the risk of depression symptoms in adults (11-14). In conclusion, in our study, individuals with severe depression and stress levels have lower levels of knowledge of sustainable eating behavior. In addition to animal proteins such as fish and plant-based proteins such as chickpeas are also effective in reducing depression. Considering the importance of both preventing depression and sustainable nutrition, it is recommended to encourage adequate consumption of fish and legumes.

## GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya nüfusunun %4.4'ünde depresif bozukluk, %3.6'sında anksiyete bozukluğu olduğu bildirilmektedir. **Türkiye'de psikiyatrik hastalıklar, hastalık yükü nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır** (1,3,15,16). Bu psikiyatrik hastalıkların başında depresyon, anksiyete, demans, şizofreni ve bipolar bozukluklar yer almaktadır (17). Depresyon; ilgisizlik, yorgunluk, suçlu hissetme, kendini değersiz görme gibi sorunlarla alakalı sık karşılaşılan ve ekonomik yükü yüksek olan bir hastalıktır (18,19). Anksiyete ise endişeli beklenti veya korku ile karakterize psikolojik bir durumdur (20). Bu hastalıkların farmakoterapi ve psikoterapi gibi çeşitli tedavi yöntemleri

olmasına karşın bunların hastalık yükünün yalnızca yarısından daha azında etkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle tedavi için ek stratejilere gereksinim duyulmaktadır (2,3). Beslenme ise, sadece fizyolojik gereksinimleri karşılamada değil, aynı zamanda bireyin psikolojik ve sosyal açıdan iyi olmasında da etkili olan bir faktördür. Ayrıca, psikolojik hastalıklardan korunma ve tedavide de önemli bir rol oynamaktadır. Beslenme ile psikolojik durum arasında çift yönlü bir ilişki bulunmakta olup, bireyin beslenme alışkanlıkları psikolojik ve ruhsal durumunu etkilerken, aynı zamanda ruhsal durumu da beslenme alışkanlıklarını etkilemektedir. Bu kapsamda, özellikle nörotransmitterlerin öncü maddesi görevi gören çeşitli amino asitler beyin fonksiyonları ve aynı zamanda da duygu durum üzerine önemli etkiler göstermektedir. Örneğin; dopamin tirozin aminoasidinden, serotonin ise triptofan aminoasidinden sentez edilmektedir (4). Bilindiği üzere serotonin düzeyinin artması, ruh hali üzerinde olumlu değişiklikler ile ilişkilidir (21). Triptofan aminoasidinin eksikliğinde serotonin düzeyi azalırken, akut eksikliğinde de bilişsel fonksiyon, dikkat, karar verme, öğrenme ve uzun süreli bellek bozukluğuna yol açabilmektedir. Yeterli alındığında ise depresyonu ve duygu durum bozukluklarını hafifletme etkisine sahip olabilmektedir (22,23).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, proteinlerin sadece besin ögesi olarak kullanılmadığı, aynı zamanda vücut sağlığına faydaları açısından da fizyolojik rolleri olduğu bulunmuştur (24,25). Bitki bazlı diyet genelde hayvansal kaynakların sınırlandırıldığı bir beslenme şeklidir. Bitkisel kaynaklı diyet uygulayan kişilerin uygulamayanlara kıyasla daha düşük bir depresif hal sergiledikleri gösterilmiştir. Bitkisel kaynaklı diyetlerin mikrobiyom-bağırsak-beyin eksenindeki sinyal yollarını etkilemesiyle ruh halini, bilişsel işlevleri ve davranışları etkilediği düşünülmektedir (26). Yapılan bir araştırmada bitkisel diyetleri uygulayan bireylere kıyasla hayvansal diyetleri uygulayan bireylerin depresyon, anksiyete, stres gibi psikolojik bozukluklar ve uyku sorunları açısından daha fazla riskli olduğu bildirilmiştir (27). İran'da yapılan bir çalışmada ise hayvansal proteine

yüksek bağıllığın yüksek anksiyete ve stres düzeyi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (28). Bitkisel kaynaklı besinlerden zengin, kırmızı ve işlenmiş et tüketimi sınırlı olan Akdeniz diyeti daha düşük depresif semptomlarla bağlantılıyken, yüksek doymuş yağ, kolesterol içeren ve lif içeriği düşük olan Batı tarzı diyet tipik olarak daha yüksek depresyon riski ile bağlantılıdır (29). Öte yandan, Askari vd. (30) yakın zamanda yaptıkları bir meta analizde, vejetaryen diyetlerin depresyon ve anksiyete üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Besinlere olan talebin artmasıyla kaynakların tükenmesi endişesi ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda “sürdürülebilirlik” kavramı özellikle son yıllarda dünya genelinde önemli bir konu haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı, günümüz gereksinimlerini karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da karşılamamız gerektiği düşüncesini yansıtan bir kavramdır (31). Bu durum, besin tüketimlerine daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir. Küresel tahminlere göre, hayvansal kaynaklı besinler, diyetle alınan enerjinin %18’ini ve alınan proteinin %37’sini karşılamasına rağmen, ne yazık ki tarımsal alan işgalinin %83’ünden ve gıda ile ilişkili sera gazı emisyonlarının %58’inden sorumludur (32). Hayvan gübrelerinin işlenmesi ile alakalı süreçler, et, süt vb. hayvansal kaynaklı besinlerin üretim süreçlerindeki soğutma işlemleri ve tedarik süreçlerinde artan yakıt tüketimi gibi sebepler sera gazı üretiminde önemli bir paya sahiptir. Sürdürülebilir üretim açısından hayvansal ürünlerin alternatiflerinin bitkisel veya başka kaynaklar kullanılarak üretimi, günümüzde dünya genelinde en çok kaynak ayrılan araştırma alanlarından biri haline gelmiştir (32-34). Bu konuda besin ayak izi kavramı, insan faaliyetlerinin sürdürülebilirlik üzerindeki yüklerinin nicel ölçümüne atıfta bulunmaktadır (35).

Bu çalışmada, diyetle alınan protein türünün (bitkisel veya hayvansal) psikolojik duruma etkisinin incelenmesi, son yıllarda oldukça dikkat çeken sürdürülebilir beslenme kavramı açısından da ilgi çekicidir. Besin seçimleri, oluşturduğu çevresel etkiye (sera gazı, su emisyonu vb.)

bağlı olarak sürdürülebilir yaşamın en büyük belirleyici etkenlerden biri haline gelmiştir. Sürdürülebilir beslenme kapsamında sera gazı oluşumunu artıran hayvansal kaynaklı besinlerin tüketiminin sınırlandırılması ve bunun yerine gereksinimlerinin karşılanmasında bitkisel kaynaklı besinlerin tercih edilebileceği tavsiye edilmektedir. Bu araştırma ile sürdürülebilir beslenme kapsamında bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin depresyon, anksiyete, stres düzeylerini nasıl etkilediğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Araştırma, Eylül 2022-Haziran 2023 tarihleri arasında Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde öğrenim gören öğrenciler arasından rastgele seçilen 225 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kesitsel türdeki araştırmanın örneklem hacmi, basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve %95 güven aralığı, %80 güç ile örneklem 225 olarak bulunmuştur. Araştırma için, Biruni Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan 24.06.2022 tarih ve 2022/71-11 karar numarası ile etik onay alınmıştır. Veriler, yüz yüze anket yöntemi kullanılarak toplanmıştır.

### Veri Toplama Araçları

Katılımcılara sosyodemografik özellikleri, genel sağlık bilgileri ve beslenme alışkanlıklarına dair soruların yer aldığı “Veri Toplama Formu” uygulanmıştır.

Bireylerin psikolojilerini etkileyen depresyon, anksiyete ve stres durumlarını değerlendirebilmek için 21 maddelik sorulardan oluşan Depresyon-Anksiyete-Stres Ölçeği Kısa Formu (DASS-21) kullanılmıştır. Dörtlü Likert tipinde olan ölçeğe verilen yanıtlar “Her zaman” seçeneği için 3 puan, “oldukça sık” seçeneği için 2 puan, “bazen” seçeneği için 1 puan ve “hiçbir zaman” seçeneği için 0 puan olarak değerlendirilmektedir. Depresyon alt boyutu toplam puanı 3, 5, 10, 13, 16, 17, 21. sorulara verilen puanların toplanması ile, anksiyete alt boyutu toplam puanı 2, 4, 7, 9, 15, 19, 20. sorulara ait puanların toplanması ile



ve stres alt boyutu toplam puanı 1, 6, 8, 11, 12, 14 ve 18. sorulara verilen puanların toplanması ile hesaplanmaktadır. Depresyon alt boyutunda toplam puan 0-4 arasında ise normal, 5-6 arasında ise hafif, 7-10 arasında ise orta, 11-13 arasında ise ileri, 14 puan ve üzerinde ise çok ileri olarak sınıflandırılmaktadır. Anksiyete alt boyutunda toplam puan 0-3 arasında ise normal, 4-5 arasında ise hafif, 6-7 arasında ise orta, 8-9 arasında ise ileri, 10 puan ve üzerinde ise çok ileri olarak sınıflandırılmaktadır. Stres alt boyutunda ise toplam puan 0-7 arasında ise normal, 8-9 arasında ise hafif, 10-12 arasında ise orta, 13-16 arasında ise ileri, 17 puan ve üzerinde ise çok ileri olarak sınıflandırılmaktadır. Ölçeğin Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması 2017 yılında Yılmaz vd. (36) tarafından yapılmıştır.

Katılımcıların besin tüketimini değerlendirmek için bir gün öncesine ait tüketilen yiyecek ve içeceklerin kaydedildiği "24 Saatlik Geriye Dönük Besin Tüketim Kaydı" formu kullanılmıştır. Besin tüketim kayıtlarından toplanan veriler, Beslenme Bilgi Sistemi (BeBis 9.0) programı aracılığıyla analiz edilmiştir (37).

Sürdürülebilir beslenme ve sağlıklı yeme davranışlarının tespit edilebilmesi için "Sürdürülebilir ve Sağlıklı Yeme Davranışları" ölçeği kullanılmıştır. Ölçek toplamda 34 maddeden oluşmakta ve sekiz faktör içermektedir. Bu sekiz faktörde sağlıklı ve dengeli beslenme, yerli gıda, düşük yağ içeriği, yöresel ve organik kalite işaretleri, etin daha az tüketilmesi gerekliliği, gıda israfının azaltılması, hayvan sağlığının önemi ve mevsimine özel gıdalar yer almaktadır. Yedili Likert tipinde olan bu ölçekte sorulara verilen yanıtlar 1=hiç, 2=çok nadir, 3=nadiren, 4=bazen, 5=sıklıkla, 6=çok sık, 7=her zaman olarak değerlendirilmektedir. Her bir faktörden alınan toplam puanın artışı, sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme davranış düzeyinin artışını ifade etmektedir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2022 yılında Köksal vd. (38) tarafından yapılmıştır.

Katılımcıların çeşitli besin gruplarından hangi sıklıkla tükettiğini belirleyebilmek için besin tüketim sıklığı formu kullanılmıştır. Besin tüketim sıklıkları "Her gün", "Haftada 4-6 defa", "Haftada 1-3 defa", "15 günde 1 defa", "Ayda 1

defa", "Hiç" seçeneklerine göre düzenlenmiştir (37).

### Verilerin İstatistiksel Analizi

İstatistiksel analiz sırasında sayısal verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini değerlendirmek için Kolmogorov Simirnov testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren sayısal verilerde parametrik testler, normal dağılım göstermeyen sayısal sonuçlu veriler içinse parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Normal dağılımlı sayısal verilerin grup karşılaştırması yapılabilmesi için "Tek Yönlü Varyans Analizi", normal dağılımlı olmayan sayısal sonuçlu verilerin grup karşılaştırması yapılabilmesi için de "Kruskal Wallis Testi" kullanılmıştır. Farklılık olduğu durumlarda hangi gruplar arasında fark olduğunu tespit etmek için Bonferroni düzeltilmiş post hoc testi uygulanmıştır. Tanımlayıcı istatistiksel veri olarak parametrik testler için ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri, parametrik kabul edilmeyen testler için ise ortanca, alt-üst değerleri kullanılmıştır.  $p < 0.05$  olduğu durumlarda farklılık istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Tüm çözümlenmeler SPSS Statistics 27.0.1 programında analiz edilmiştir.

### BULGULAR

Araştırmaya katılan bireylerin %72.4'ü (n=163) kadın, %27.6'sı (n=62) erkek katılımcıdan oluşmaktadır. Katılımcıların %74.7'si (n=168) ailesi ile, %12'si (n=27) yurt, otel vb. konaklama yerlerinde, %8'i (n=18) arkadaşları ile ve %4'ü (n=9) yalnız yaşamaktadır. Katılımcıların %8.9'unun (n=20) aylık gelir durumu 500-4253 TL, %9.8'inin (n=22) aylık gelir durumu 4254-5000 TL, %30.2'sinin (n=68) aylık gelir durumu 5001-10.000 TL, %22.7'sinin (n=51) aylık gelir durumu 10.001-15.000 TL ve %28.4'ünün (n=64) aylık gelir durumu 15.000 TL üzerinde olduğu saptanmıştır. Katılımcıların %62.2'si (n=140) herhangi bir vitamin veya mineral desteği kullanmamaktadır (Tablo 1).

Tablo 2'de katılımcıların depresyon, anksiyete ve stres düzeylerine göre sürdürülebilir ve sağlıklı yeme davranışı ölçeği puanları verilmiştir. Sağlıklı ve dengeli beslenme, kalite işaretleri (yöresel ve organik) ve hayvan sağlığı alt boyutlarında depresyon gruplarına göre istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Bonferroni düzeltilmiş post hoc testi yapılmıştır. Buna göre; ileri düzey depresyon grubuna sahip bireylerin, depresyon sınıflamasına göre normal grupta yer alan bireylere kıyasla sağlıklı ve dengeli beslenme alt boyutunda daha düşük puana sahip olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca, çok ileri düzey depresyon grubuna sahip bireylerin, depresyon sınıflamasına göre normal olan bireylere kıyasla hem kalite işaretleri (yöresel ve organik) hem de hayvan sağlığı alt boyutlarında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde daha düşük puana sahip olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Anksiyete düzeylerine göre değerlendirildiğinde ise; kalite işaretleri alt boyutunda istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olduğu saptanmasına karşın ( $p=0.049$ ), farklılığın nereden kaynaklandığını

belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Stres düzeyine göre incelendiğinde; ileri düzeyde strese sahip olan bireylerin, stres seviyesine göre hafif ve normal gruplarda yer alan bireylere kıyasla yerel gıda alt boyutunda daha düşük puana sahip olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

**Tablo 1. Katılımcıların cinsiyet, ikamet edilen bireyler, hane geliri, sigara ve alkol tüketimi ve besin desteği kullanım durumu**

		s	%
Cinsiyet	Kadın	163	72.4
	Erkek	62	27.6
Beraber ikamet edilen bireyler	Yalnız	9	4.0
	Aile ile	168	74.7
	Arkadaşlar ile	18	8.0
	Yurt, otel vb. konaklama yerlerinde	27	12.0
	Diğer	3	1.3
Aylık toplam hane geliri	500-4253 TL	20	8.9
	4254-5000 TL	22	9.8
	5001- 10.000 TL	68	30.2
	10.001-15.000 TL	51	22.7
Sigara kullanma durumu	15.001 TL ve üzeri	64	28.4
	Hayır, içmiyor	172	76.4
	Evet, düzenli olarak (günde en az 1 adet) içiyor	22	9.8
	Evet, ara sıra içiyor	26	11.6
Alkollü içecek tüketim sıklığı	Daha önce içip bırakmış	5	2.2
	Hiç	176	78.2
	Ayda 1 veya daha az	26	11.6
	Ayda 2-4 kez	16	7.1
	Haftada 2-3 kez	5	2.2
	Haftada 4 veya daha fazla	2	0.9
Vitamin mineral desteği kullanma durumu	Her gün	0	0.0
	Hayır	140	62.2
	Evet	85	37.8

Tablo 2. Depresyon, anksiyete ve stres gruplarına göre sürdürülebilir ve sağlıklı yeme davranış puanlarının değerlendirilmesi

	Depresyon Toplam Puanı										P
	0-4 (Normal)		5-6 (Hafif)		7-10 (Orta)		11-13 (İleri)		14+ (Çok İleri)		
	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	x̄±SD	
Yeme Davranışları Ölçeği Sürdürülebilir ve Sağlıklı	Sağlıklı ve dengeli beslenme	4.29±1.01	4.1±0.59	4.21±1.07	3.58±0.91	3.74±1.10	0.009*				
	Kalite işaretleri (yöresel ve organik)	3.75±1.33	3.70±0.99	3.46±1.14	3.28±1.20	2.88±1.26	0.018*				
	Et tüketiminin azaltılması	2.85±1.08	2.67±0.94	2.62±0.96	2.84±1.16	2.68±0.98	0.741				
	Yerel gıda	2.75±1.29	2.72±1.36	2.63±1.10	2.53±0.85	2.10±1.12	0.213				
	Dışık yağ	4.00±1.30	3.93±1.16	3.52±1.27	3.29±1.42	3.70±1.92	0.076				
	Gıda israfından kaçınma	4.34±1.51	3.84±1.76	4.53±1.46	4.52±1.71	3.70±1.81	0.191				
	Hayvan sağlığı	3.73±1.58	3.04±1.42	3.74±1.70	3.13±1.58	2.61±1.23	0.011*				
	Mevsime ögü gıdalar	4.08±1.53	4.13±1.36	4.25±1.32	4.21±1.59	4.05±1.42	0.904				
	Anksiyete Toplam Puanı										
	Yeme Davranışları Ölçeği Sürdürülebilir ve Sağlıklı	Sağlıklı ve dengeli beslenme	4.27±0.97	4.2±0.95	4.17±1.05	3.76±0.87	3.76±1.04	0.067			
Kalite işaretleri (yöresel ve organik)		3.80±1.23	3.55±1.22	3.52±1.20	3.13±1.20	3.17±1.28	0.049*				
Et tüketiminin azaltılması		2.86±1.08	2.92±1.20	2.54±0.91	2.37±0.82	2.71±0.85	0.289				
Yerel gıda		2.80±1.22	2.70±1.23	2.78±1.41	2.37±0.77	2.15±1.02	0.051				
Dışık yağ		4.00±1.22	3.93±1.30	3.63±1.41	3.25±1.28	3.46±1.67	0.097				
Gıda israfından kaçınma		4.49±1.55	4.44±1.60	4.06±1.45	3.94±1.69	3.90±1.77	0.207				
Hayvan sağlığı		3.59±1.59	3.58±1.69	3.64±1.81	3.22±1.33	2.96±1.30	0.287				
Mevsime ögü gıdalar		4.06±1.50	4.52±1.52	4.2±1.42	3.98±1.34	3.88±1.29	0.406				
Stres Toplam Puanı											
Yeme Davranışları Ölçeği Sürdürülebilir ve Sağlıklı		Sağlıklı ve dengeli beslenme	4.19±0.97	4.25±1.15	3.97±0.94	3.77±0.89	3.50±1.24	0.110			
	Kalite işaretleri (yöresel ve organik)	3.63±1.21	3.64±1.40	3.23±1.31	2.87±1.20	4.07±1.20	0.054				
	Et tüketiminin azaltılması	2.78±1.06	2.88±1.08	2.59±0.91	2.71±0.95	2.52±0.82	0.912				
	Yerel gıda	2.68±1.21	3.01±1.28	2.74±1.12	1.84±0.84	2.20±1.33	0.012*				
	Dışık yağ	3.88±1.28	3.80±1.60	3.53±1.14	3.33±1.77	3.33±1.91	0.420				
	Gıda israfından kaçınma	4.28±1.56	4.87±1.51	4.52±1.57	3.62±1.72	3.29±1.92	0.085				
	Hayvan sağlığı	3.57±1.60	3.73±1.80	3.09±1.57	2.64±1.30	3.29±1.06	0.142				
	Mevsime ögü gıdalar	4.13±1.51	4.3±1.33	4.26±1.13	3.54±1.32	4.54±1.42	0.352				

Kruskal Wallis Analizi, \*:p&lt;0.05

Tablo-3'te besin tüketim sıklığı verilerine göre süt ve süt ürünlerinin tüketim sıklığına göre katılımcıların depresyon, anksiyete ve stres puanlarının sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre, süt ve süt ürünlerinin tüketim sıklığının depresyon, anksiyete ve stres puanları üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 3.** Süt ve süt ürünlerinin tüketim sıklığına göre depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesi

Süt ve Süt Ürünleri			Depresyon Puanı		Anksiyete Puanı		Stres Puanı	
			$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p
İnek Sütü	Hiç	34	6.35±5.87	0.812	5.76±4.98	0.956	6.05±5.34	0.981
	Ayda 1 Kez	20	6.90±5.56		5.67±4.48		6.45±4.23	
	15 Günde 1 Kez	37	6.29±5.29		4.89±4.63		5.81±4.45	
	Haftada 1-3 Kez	79	6.07±3.79		5.31±4.34		6.26±4.95	
	Haftada 4-6 Kez	26	6.92±5.93		5.23±4.17		6.30±4.05	
	Her gün	29	5.62±5.71		4.89±3.97		6.06±3.98	
Yoğurt	Hiç	66	5.98±4.47	0.812	5.53±4.31	0.717	6.39±4.51	0.801
	Ayda 1 Kez	22	5.54±4.63		5.22±3.79		5.59±4.59	
	15 Günde 1 Kez	12	8.33±7.77		7.00±5.92		7.25±5.75	
	Haftada 1-3 Kez	45	5.93±4.49		5.37±4.32		6.13±4.34	
	Haftada 4-6 Kez	48	7.14±5.55		5.04±4.81		6.35±4.79	
	Her gün	32	5.71±5.06		4.34±3.86		5.37±4.70	
Kefir	Hiç	80	6.05±4.51	0.499	4.98±4.39	0.962	6.18±4.26	0.871
	Ayda 1 Kez	53	6.24±5.10		5.35±4.28		5.75±4.21	
	15 Günde 1 Kez	29	6.00±5.51		5.51±4.53		5.93±5.01	
	Haftada 1-3 Kez	27	5.77±5.07		5.62±4.62		6.55±4.97	
	Haftada 4-6 Kez	18	8.72±5.75		5.61±4.21		7.16±5.07	
	Her gün	18	6.00±5.41		5.05±4.97		3.01±5.89	
Beyaz peynir	Hiç	39	5.38±4.36	0.194	4.64±3.46	0.825	5.38±3.51	0.266
	Ayda 1 Kez	33	4.93±4.60		4.66±3.87		5.42±6.60	
	15 Günde 1 Kez	22	7.68±5.97		6.36±5.85		6.18±5.16	
	Haftada 1-3 Kez	46	5.89±4.76		5.21±4.42		6.13±4.90	
	Haftada 4-6 Kez	45	7.66±5.79		6.24±5.06		7.68±4.88	
	Her gün	40	6.30±4.51		4.77±3.71		5.80±4.47	
Kaşar peyniri	Hiç	51	5.76±4.88	0.090	4.84±3.46	0.050	5.84±3.93	0.098
	Ayda 1 Kez	34	4.79±3.52		4.47±3.86		5.20±4.32	
	15 Günde 1 Kez	27	5.81±5.11		5.11±4.24		5.66±4.00	
	Haftada 1-3 Kez	39	5.89±5.21		4.60±4.70		5.10±4.43	
	Haftada 4-6 Kez	45	7.00±5.18		5.35±4.78		7.37±5.17	
	Her gün	29	8.65±5.62		7.82±5.01		7.79±5.37	
Lor peyniri	Hiç	92	6.89±5.24	0.460	5.85±4.53	0.358	6.75±4.77	0.712
	Ayda 1 Kez	41	6.09±3.88		5.17±3.89		5.73±3.75	
	15 Günde 1 Kez	30	5.90±5.26		5.10±4.71		5.50±4.20	
	Haftada 1-3 Kez	29	5.82±4.73		3.89±3.40		5.68±4.62	
	Haftada 4-6 Kez	23	5.13±5.65		4.86±4.80		6.00±5.23	
	Her gün	10	6.20±6.26		5.80±5.76		6.10±6.34	
Tulum peyniri	Hiç	101	6.70±4.82	0.600	5.54±4.24	0.700	6.35±4.37	0.852
	Ayda 1 Kez	32	5.40±3.71		4.43±3.65		5.15±3.23	
	15 Günde 1 Kez	31	6.41±5.35		5.58±4.45		6.64±4.79	
	Haftada 1-3 Kez	34	6.11±5.85		5.11±5.10		6.32±5.59	
	Haftada 4-6 Kez	19	5.52±6.15		4.89±4.97		5.84±5.38	
	Her gün	8	6.00±5.18		5.62±5.31		5.75±5.92	

Kruskal Wallis Analizi

Tablo-4'te et grubu besinlerin tüketim sıklığına göre depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesi verilmiştir. Hindi tüketim sıklığına göre stres puanlarında önemli farklılık olduğu saptanmasına karşın ( $p=0.009$ ), post hoc testi sonucunda gruplar arasında fark olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Balık tüketim sıklığı incelendiğinde ise, her gün balık tüketen bireylerin haftada 1-3 kez, 15 günde 1 kez ve ayda 1 kez balık tüketenler ile hiç balık tüketmeyenlere kıyasla depresyon puanlarının daha düşük olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Benzer şekilde, her gün balık tüketenlerin, 15 günde 1

kez ve ayda 1 kez balık tüketenler ile hiç balık tüketmeyenlere kıyasla anksiyete puanlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca, her gün balık tüketenlerin, haftada 1-3 kez ve ayda 1 kez balık tüketenlere kıyasla stres puanları da daha düşüktür ( $p<0.05$ ). Et grubuna ait diğer besinlerin tüketim sıklığı ile depresyon, anksiyete ve stres puanları arasında ise anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Tablo 4. Et grubu besinlerin tüketim sıklığına göre depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesi

Et Grubu	s	Depresyon Puanı		Anksiyete Puanı		Stres Puanı		
		$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p	
Kırmızı et	Hiç	21	6.04±5.38		5.61±5.09		6.19±4.87	
	Ayda 1 Kez	27	6.14±4.74		5.51±4.19		7.00±4.85	
	15 Günde 1 Kez	56	6.66±4.81	0.951	5.28±4.06	0.428	6.00±4.22	0.364
	Haftada 1-3 Kez	65	6.09±5.09		4.83±3.72		5.84±3.85	
	Haftada 4-6 Kez	38	6.21±5.26		6.26±5.34		7.00±5.49	
	Her gün	18	6.22±5.63		4.00±5.09		4.66±5.65	
Tavuk eti	Hiç	23	6.30±5.01		5.21±4.45		6.04±5.42	
	Ayda 1 Kez	27	6.40±4.21		6.18±3.91		7.51±4.46	
	15 Günde 1 Kez	37	6.21±5.22	0.630	5.56±4.54	0.542	6.83±5.00	0.434
	Haftada 1-3 Kez	71	6.70±4.85		4.81±3.97		5.54±4.00	
	Haftada 4-6 Kez	53	5.90±5.52		5.22±4.58		5.86±4.48	
	Her gün	14	5.21±5.54		5.35±6.39		6.07±5.82	
Hindi eti	Hiç	91	6.73±4.78		5.46±4.47		6.68±4.48	
	Ayda 1 Kez	33	6.90±4.93		6.66±4.04		8.00±4.61	
	15 Günde 1 Kez	42	6.35±5.41	0.062	4.76±4.03	0.085	5.38±4.41	0.009*
	Haftada 1-3 Kez	26	5.76±5.74		5.11±4.99		5.00±4.90	
	Haftada 4-6 Kez	22	5.36±4.53		4.09±4.46		4.77±4.46	
	Her gün	11	3.09±4.54		4.27±4.42		4.72±4.51	
Balık eti	Hiç	44	6.20±4.51		5.56±4.36		5.93±4.35	
	Ayda 1 Kez	45	6.86±4.78		5.62±4.23		6.55±4.35	
	15 Günde 1 Kez	55	6.65±5.09	0.010*	5.47±4.31	0.049*	5.98±4.53	0.033*
	Haftada 1-3 Kez	50	6.94±5.94		5.56±5.10		7.26±5.27	
	Haftada 4-6 Kez	18	5.00±4.22		4.72±3.76		5.72±4.17	
	Her gün	13	1.92±1.49		1.92±2.01		2.61±3.06	
Salam	Hiç	59	5.96±4.75		4.49±3.61		5.45±3.60	
	Ayda 1 Kez	40	6.57±4.69		5.67±4.36		6.42±4.49	
	15 Günde 1 Kez	32	5.75±4.66	0.551	5.46±4.02	0.162	6.78±4.47	0.760
	Haftada 1-3 Kez	45	6.17±5.37		5.75±5.02		6.20±5.45	
	Haftada 4-6 Kez	35	7.51±5.64		6.14±5.01		6.74±5.27	
	Her gün	14	5.00±5.39		3.28±4.32		5.28±4.71	
Sosis	Hiç	65	6.12±5.26		4.72±4.32		5.84±4.29	
	Ayda 1 Kez	48	7.75±4.94		6.31±4.93		7.31±4.91	
	15 Günde 1 Kez	33	5.30±4.01	0.106	5.39±3.85	0.133	6.06±4.78	0.378
	Haftada 1-3 Kez	36	5.00±4.57		4.30±3.67		5.16±4.33	
	Haftada 4-6 Kez	29	6.27±5.30		6.31±4.49		6.51±4.51	
	Her gün	14	7.35±6.23		4.35±5.22		5.64±5.40	
Sucuk	Hiç	47	5.87±5.43		4.40±4.05		5.08±3.96	
	Ayda 1 Kez	44	7.61±5.30		6.45±5.04		7.11±4.68	
	15 Günde 1 Kez	47	5.59±4.09	0.328	4.97±3.74	0.175	5.80±4.72	0.400
	Haftada 1-3 Kez	46	5.39±4.23		4.52±3.91		6.28±4.68	
	Haftada 4-6 Kez	25	6.36±4.92		6.52±4.68		6.81±5.99	
	Her gün	16	8.06±7.05		5.68±5.61		6.28±4.68	

Kruskal Wallis Analizi, \* $p<0.05$

Tablo-5'te kurubaklagillerin tüketim sıklığına göre katılımcıların depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesi verilmiştir. Buna göre, ayda 1 kez nohut tüketenlerin haftada 4-6 kez nohut tüketenlere kıyasla daha yüksek depresyon puanına sahip olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Kuru fasulye, yeşil mercimek ve barbunya tüketim sıklığı ile depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesinde istatistiksel açıdan herhangi bir önemli bir farklılık belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Sürdürülebilir beslenme kapsamında bitkisel ve hayvansal protein tüketiminin depresyon, anksiyete ve stres üzerine etkisinin incelendiği bu araştırmanın sonuçları, literatürde yer alan diğer araştırmaların sonuçları ile tartışılabilir biçimde verilmiştir.

Araştırmamızda süt ve süt ürünlerinin tüketim sıklığının depresyon, anksiyete ve stres düzeyleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Attia vd. (10) yaptığı çalışmada süt ve süt ürünlerinden zengin bir diyetin depresyon belirtisi riski

üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir (10). Miyake vd. (39) yaptığı çalışmada, gebe kadınlarda toplam süt ve süt ürünleri tüketiminin postpartum depresyon semptomları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada, toplam protein alımı ile süt ve süt ürünlerinden alınan proteinin yetişkin bireylerde depresyon belirtilerinin riskini azaltabileceği, fakat kırmızı et, kümes hayvanları, balık, tahıl ürünleri ve baklagillerden alınan proteinin depresyon belirtisi riski üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (11). Hockey vd. (40) yaptığı sistematik derlemede, süt ve süt ürünleri tüketimi ile depresyon belirtileri arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmaların çelişkili ve tutarsız olduğunu bildirmiştir. Literatürde süt ve süt ürünleri tüketiminin depresyon, anksiyete ve stres üzerindeki etkilerini açıklayan yeterli kanıtın olmadığı görülmüştür. Bu doğrultuda, araştırmadan elde edilen verilerin literatürle paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

**Tablo 5.** Kurubaklagillerin tüketim sıklığına göre depresyon, anksiyete ve stres puanlarının değerlendirilmesi

Kuru baklagiller			Depresyon Puanı		Anksiyete Puanı		Stres Puanı	
			$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p	$\bar{x} \pm SD$	p
Nohut	Hiç	45	6.00±4.56	0.010*	4.26±4.42	0.053	5.24±4.54	0.097
	Ayda 1 Kez	48	8.00±4.94		6.58±4.99		7.41±5.22	
	15 Günde 1 Kez	63	5.68±5.27		4.26±3.95		6.19±4.27	
	Haftada 1-3 Kez	40	6.90±5.26		5.80±4.57		6.70±4.78	
	Haftada 4-6 Kez	17	4.23±4.54		4.68±3.69		5.23±3.47	
	Her gün	12	4.16±3.80		3.00±3.07		3.83±3.78	
Kuru fasulye	Hiç	35	6.05±4.87	0.053	4.68±5.27	0.210	5.45±5.02	0.224
	Ayda 1 Kez	46	7.56±4.86		6.43±4.62		7.41±4.99	
	15 Günde 1 Kez	61	6.16±5.77		5.55±4.33		6.32±4.74	
	Haftada 1-3 Kez	44	6.68±4.40		4.97±4.09		6.09±4.10	
	Haftada 4-6 Kez	19	4.31±4.46		4.36±3.53		5.26±3.57	
	Her gün	20	4.90±4.64		4.35±3.64		4.95±4.27	
Yeşil mercimek	Hiç	43	7.16±5.19	0.425	5.53±4.73	0.766	6.69±5.23	0.959
	Ayda 1 Kez	43	7.06±5.63		5.83±4.83		6.20±4.88	
	15 Günde 1 Kez	51	5.50±5.09		4.49±4.10		5.62±4.13	
	Haftada 1-3 Kez	50	6.24±4.57		5.44±3.96		6.24±4.07	
	Haftada 4-6 Kez	23	5.69±5.06		5.26±4.91		6.34±5.43	
	Her gün	15	4.93±3.69		5.06±4.11		5.66±4.41	
Barbunya	Hiç	57	7.05±5.44	0.745	4.97±4.66	0.525	5.73±4.86	0.361
	Ayda 1 Kez	41	6.29±5.18		6.82±4.26		6.65±4.73	
	15 Günde 1 Kez	47	6.27±5.57		5.88±4.10		6.48±4.44	
	Haftada 1-3 Kez	42	6.14±4.33		5.60±4.20		6.71±4.31	
	Haftada 4-6 Kez	24	5.08±4.13		4.45±3.86		4.95±4.55	
	Her gün	14	5.35±4.49		5.57±5.13		5.64±4.97	

Kruskal Wallis Analizi, \* $p<0.05$

Bu araştırmada, her gün balık tüketenlerin daha düşük depresyon, anksiyete ve stres puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Literatürde yapılan araştırmalar incelendiğinde; haftada iki veya daha fazla balık tüketen kadınların, haftada ikiden az balık tüketen genç kadınlara kıyasla takip süresi boyunca depresyon riskinin %25 daha düşük olduğu bulunmuştur (5). Türkiye’de yapılan bir araştırmada, yüksek düzeyde tükenmişlik yaşayan sağlık alışanlarında balık tüketim sıklığının istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde azaldığı grlmştir (6). Aucoin et al. (7) yaptığı araştırmada, balık tüketiminin depresyon belirtileri üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Balık tüketimi ve depresyon riski üzerinde yapılan, 26 araştırmanın dahil edildiği bir meta analizde, daha yüksek balık tüketiminin depresyon riskinin azaltılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (41). Araştırmamızdan elde edilen veriler literatür ile paralellik göstermektedir.

Hindi tüketim sıklığına göre stres puanlarında önemli farklılık olduğu saptanmasına karşın ( $p=0.049$ ), post hoc testi sonucunda gruplar arasında fark olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Ayrıca kırmızı et, tavuk eti, salam, sosis, sucuk vb. besinlerin tüketim sıklığının ise depresyon, anksiyete ve stres üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Li et al. (11) araştırmasında kırmızı et, tavuk eti, hindi eti ve sakatat gibi besinlerden alınan proteinin depresyon belirtiriski üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Nucci vd. (42) yaptıkları meta-analizde, kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin depresyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olumsuz bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Gözlemsel araştırmaları inceleyen bir meta analizde de et tüketiminin depresyon üzerinde orta derecede risk ile ilişkili olabileceği ancak prospektif çalışmaların sınırlı sayıda olması nedeniyle bu sonucun doğrulanması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (43). Literatürde yer alan araştırmalar ile bu araştırmadan elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir.

Bu araştırmada, besin tüketim sıklığı verilerine göre, haftada 4-6 kez nohut tüketiminin ayda 1 kez nohut tüketimine kıyasla depresyon

puanlarının azalmasında etkili olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Yeşil mercimek, kuru fasulye ve barbunya gibi besinlerin ise depresyon, anksiyete ve stres ile olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Yapılan bir araştırmada, erkek bireylerde kurubaklagil tüketiminin daha düşük anksiyete oranları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (8). Bir başka araştırmada ise orta düzeyde kurubaklagil tüketimi ile depresyon arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir (9). Türkiye’de yapılan bir araştırmada, yüksek düzeyde tükenmişlik yaşayan sağlık alışanlarında kuru baklagillerin tüketim sıklığının istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde azaldığı grlmştir (6). İsviçre’de yapılan bir çalışmada ise kurubaklagil tüketiminin depresif semptomlar üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (7). Bu araştırmadan elde edilen bulgular, literatür ile paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırmada ileri düzey depresyon ve stres seviyesine sahip bireylerin, depresyon ve stres düzeyi normal olan bireylere kıyasla sürdürülebilir ve sağlıklı yeme davranışları leğinin farklı alt boyutlarında daha düşük bilgi düzeyine sahip olduğu gösterilmiştir. Besin tüketim sıklıklarına göre, her gün balık tüketiminin depresyon, anksiyete ve stres puanlarının tümünde önemli bir düşüşe sebep olduğu belirlenmiştir. Diğer et grubu besinler ile süt ve süt ürünlerinin tüketim sıklığının depresyon, anksiyete ve stres puanlarında önemli bir etki göstermediği bulunmuştur. nemli bitkisel protein kaynağı olan nohutun haftada 4-6 kez tüketiminin, ayda 1 kez tüketime kıyasla depresyon puanlarının azalmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, depresyonun azaltılmasında önemli bir omega-3 kaynağı olan balığın ve önemli bitkisel protein kaynaklarından olan nohutun etkili olduğu grlmştir. Hem depresyon, anksiyete ve stresin azaltılması hem de sürdürülebilir beslenmenin önemi göz önüne alındığında, kurubaklagillerin ve balığın yeterli tüketiminin teşvik edilmesi önerilmektedir.

## Finansal Destek

Araştırma, TÜBİTAK 2209-A - Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında 6000 TL bütçe ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- World Health Organization. (2017). *Depression and other common mental disorders: global health estimates*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254610/WHO-MSD-MER-2017.2-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Olfson, M., Druss, B. G., & Marcus, S. C. (2015). Trends in mental health care among children and adolescents. *The New England Journal of Medicine*, 372(21), 2029–2038. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1413512>
- Whiteford, H. A., Ferrari, A. J., Degenhardt, L., Feigin, V., & Vos, T. (2015). The global burden of mental, neurological and substance use disorders: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2010. *PLoS ONE*, 10(2), e0116820. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116820>
- Beyhan, Y., & Taş, V. (2019). Mental Sağlık ve Beslenme. *Zeugma Health Res*, 1(1), 31-36. <https://sbf.hku.edu.tr/wp-content/uploads/2020/01/Mental-Sa%C4%9Fl%C4%B1k-ve-Beslenme.pdf>
- Smith, K. J., Sanderson, K., McNaughton, S. A., Gall, S. L., Dwyer, T., & Venn, A. J. (2014). Longitudinal associations between fish consumption and depression in young adults. *American Journal of Epidemiology*, 179(10), 1228-1235. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu050>
- Ertal, E. (2021). Covid-19 salgınında hastanelerde çalışan sağlık personelinin tükenmişlik düzeyi ile beslenme ve uyku alışkanlıkları arasındaki ilişki (Tez No. 669287) [Yüksek lisans tezi, Biruni Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi. <http://openaccess.biruni.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12445/1566>
- Aucoin, M., LaChance, L., Naidoo, U., Remy, D., Shekdar, T., Sayar, N., Cardozo, V., Rawana, T., Chan, I., & Cooley, K. (2021). Diet and Anxiety: A Scoping Review. *Nutrients*, 13(12), 4418. <https://doi.org/10.3390/nu13124418>
- Anjom-Shoae, J., Sadeghi, O., Keshteli, A.H., Afshar, H., Esmailzadeh, A. & Adibi, P. (2020). Legume and nut consumption in relation to depression, anxiety and psychological distress in Iranian adults. *Eur J Nutr*, 59, 3635–3645. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02197-1>
- Siassi, F., Guilani, B., Azadbakht, L., & Darooghegi Mofrad, M. (2021). The Association of Legume Consumption and Psychological Health among Women: A Cross-Sectional Study. *Journal of Nutrition and Food Security*, 6(2), 107-115. <https://doi.org/10.18502/jnfs.v6i2.6061>
- Attia, J., Lai, J.S., Hiles, S., Bisquera, A., Hure, A.J. & McEvoy, M. (2014). A systematic review and meta-analysis of dietary patterns and depression in community-welling adults. *Am J Clin Nutr*, 99:181–97. <http://doi.org/10.3945/ajcn.113.069880>
- Li, Y., Zhang, C., Li, S., & Zhang, D. (2020). Association between dietary protein intake and the risk of depressive symptoms in adults. *British Journal of Nutrition*, 123, 1290-1301. <https://doi.org/10.1017/S0007114520000562>
- Li, S., Xu, H., Song, X., Li, Z., & Zhang, D. (2018). Exploration of the association between dietary fiber intake and depressive symptoms in adults. *Nutrition* 54, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.03.009>
- Jacka, F. N., Maes, M., Pasco, J. A., Williams, L. J., & Berk, M. (2012). Nutrient intakes and the common mental disorders in women. *Journal of Affective Disorders*, 141(1), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.02.018>



14. Arroyo, C., Wolfe, A. R., Tedders, S. H., Li, Y., Dai, Q. & Zhang, J. (2011). Dietary protein and protein-rich food in relation to severely depressed mood: A 10 year follow-up of a national cohort. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry* 35, 232–238. <http://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2010.11.011>
15. Akbulut, G. (2016). *Tıbbi Beslenme Tedavisinde Güncel Uygulamalar V. (2. Bs.)* Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
16. Marx, W., Moseley, G., Berk, M., & Jacka, F. (2017). Nutritional psychiatry: the present state of the evidence. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 76(4), 427–436. <https://doi.org/10.1017/S0029665117002026>
17. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 (5th ed.)*. American Psychiatric Association.
18. Ouwens, M. A., van Strien, T., & van Leeuwe, J. F. (2009). Possible pathways between depression, emotional and external eating. A structural equation model. *Appetite*, 53(2), 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.06.001>
19. Akgöz, H. F., & Yeşilkaya, B. (2021). The relationship between psychiatric disorders and nutrition. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 8(4), 330-336. <https://doi.org/10.52880/sagakaderg.849741>
20. Stonerock, G. L., Hoffman, B. M., Smith, P. J., & Blumenthal, J. A. (2015). Exercise as Treatment for Anxiety: Systematic Review and Analysis. *Annals of behavioral medicine: a publication of the Society of Behavioral Medicine*, 49(4), 542–556. <https://doi.org/10.1007/s12160-014-9685-9>
21. Özenoğlu, A. (2018). Duygu Durumu, Besin ve Beslenme İlişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 357-365. <https://doi.org/10.31067/0.2018.56>
22. Martínez-Rodríguez, A., Rubio-Arias, J. Á., Ramos-Campo, D. J., Reche-García, C., Leyva-Vela, B., & Nadal-Nicolás, Y. (2020). Psychological and sleep effects of tryptophan and magnesium-enriched mediterranean diet in women with fibromyalgia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2227. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072227>
23. Nucci, D., Fatigoni, C., Amerio, A., Odone, A., & Gianfredi, V. (2020). Red and processed meat consumption and risk of depression: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6686. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186686>
24. Daliri EB-M, Oh DH, & Lee BH. Bioactive Peptides. *Foods*. 2017; 6(5):32. <https://doi.org/10.3390/foods6050032>
25. Erdoğan, T. N., & Aras, D. (2021). Uyku Öncesi Protein Aliminin Kas Protein Sentezi, Kütlesi ve Kuvveti Üzerine Akut ve Kronik Etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 30-50. <https://doi.org/10.33689/spormetre.914142>
26. Medawar, E., Huhn, S., Villringer, A., & Witte, A. V. (2019). The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review. *Translational Psychiatry*, 9(1), 1-17. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0552-0>
27. Daneshzad, E., Keshavarz, S., Qorbani, M., Larijani, B., Bellissimo, N., & Azadbakht, L. (2020). Association of dietary acid load and plant-based diet index with sleep, stress, anxiety and depression in diabetic women. *British Journal of Nutrition*, 123(8), 901-912. <https://doi.org/10.1017/S0007114519003179>
28. Sheikhi, A., Siassi, F., Djazayeri, A., Guilani, B., & Azadbakht, L. (2023). Plant and animal protein intake and its association with depression, anxiety, and stress among Iranian women. *BMC Public Health*, 23(1), 161. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15100-4>
29. Keck, M. M., Vivier, H., Cassisi, J. E., Dvorak, R. D., Dunn, M. E., Neer, S. M., & Ross, E. J. (2020). Examining the role of anxiety and depression in dietary choices among college students. *Nutrients*, 12(7), 2061. <https://doi.org/10.3390/nu12072061>

30. Askari, M., Daneshzad, E., Darooghegi Mofrad, M., Bellissimo, N., Suitor, K., & Azadbakht, L. (2022). Vegetarian diet and the risk of depression, anxiety, and stress symptoms: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(1), 261-271. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1814991>
31. Galanakis, C. M. (ed.), (2019). *Sustainable Meat Production and Processing*. Academic Press, The UK, 259 p.
32. Poore, J. & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392): 987-992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
33. Clark, B., Stewart, G. B., Panzone, L. A., Kyriazakis, I., & Frewer, L. J. (2017). Citizens, consumers and farm animal welfare: A metaanalysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy*, 68: 112-127. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.01.006>
34. Polat, H., & Tuncel, N. Y. (2021). Sürdürülebilir Et Üretimi. *Gıda*, 46(1), 134-151. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20127>
35. Hoekstra, A. Y. (2008). *Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints*, Value of Water Research Report Series No. 28. Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education. <https://www.waterfootprint.org/resources/Report28-WaterNeutral.pdf>
36. Yılmaz, Ö., Boz, H., & Arslan, A. (2017). Depresyon Anksiyete Stres Ölçeğinin (DASS 21) Türkçe Kısa Formunun Geçerlilik-Güvenilirlik Çalışması. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 78-91. <https://dergipark.org.tr/en/pub/fesa/issue/30912/323190>
37. Pekcan, G. (2008). Beslenme durumunun saptanması. A, Baysal (Ed.), *Diyet El Kitabı* (13. Baskı, s. 67-142) içinde. Hatiboğlu Yayıncılık.
38. Köksal, E., Bilici, S., Çıtar Dazıroğlu, M. E., & Erdoğan Gövez, N. (2022). Validity and Reliability of the Turkish Version of the Sustainable and Healthy Eating Behaviors Scale. *The British Journal of Nutrition*, 1-20. <https://doi.org/10.1017/S0007114522002525>
39. Miyake, Y., Tanaka, K., Okubo, H., Sasaki, S., Furukawa, S., & Arakawa, M. (2016). Milk intake during pregnancy is inversely associated with the risk of postpartum depressive symptoms in Japan: the Kyushu Okinawa Maternal and Child Health Study. *Nutrition Research*, 36(9), 907-913. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.06.001>
40. Hockey, M., McGuinness, A. J., Marx, W., Rocks, T., Jacka, F. N., & Ruusunen, A. (2020). Is dairy consumption associated with depressive symptoms or disorders in adults? A systematic review of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(21), 3653-3668. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1703641>
41. Li F, Liu X, & Zhang D. (2016). Fish consumption and risk of depression: a meta-analysis. *J Epidemiol Community Health*, 70, 299-304. <https://doi.org/10.1136/jech-2015-206278>
42. Nucci, D., Fatigoni, C., Amerio, A., Odone, A., & Gianfredi, V. (2020). Red and processed meat consumption and risk of depression: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6686. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186686>
43. Zhang, Y., Yang, Y., Xie, M. S., Ding, X., Li, H., Liu, Z. C., & Peng, S. F. (2017). Is meat consumption associated with depression? A meta-analysis of observational studies. *BMC Psychiatry*, 17(1), 409. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1540-7>

Review / Derleme

# Karadeniz Bölgesinde yetişen bazı yenilebilir yabancı otlar ve biyoaktif özellikleri

*Some edible weeds grown in the Black Sea Region and their bioactive properties*

Merve Gündüz  <sup>1</sup>Şeniz Karabıyıklı Çiçek  <sup>2\*</sup>

1 Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 60000 Türkiye

2 Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Tokat, 60000 Türkiye

## Article info

### Keywords:

Edible weeds, Medicinal and aromatic plants, Antimicrobial effect, Antioxidant effect

### Anahtar Kelimeler:

Yenilebilir yabancı otlar, Tıbbi ve aromatik bitkiler, Antimikrobiyal etki, Antioksidan etki

Received: 11.05.2023

Accepted: 04.08.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2321

Gündüz & Karabıyıklı Çiçek; Karadeniz Bölgesinde yetişen bazı yenilebilir yabancı otlar ve biyoaktif özellikleri

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

### Corresponding Author(s):

\* Şeniz Karabıyıklı Çiçek,

[seniz.karabiyikli@gop.edu.tr](mailto:seniz.karabiyikli@gop.edu.tr)

## Özet

Karadeniz Bölgesi'nde dünya geneline yayılmış olan birçok bitki bir arada bulunmaktadır ve bölgede yabancı otlara karşı büyük ilgi gösterilmektedir. Bölgenin yöresel yemeklerinde birçok farklı yabancı ota yer verilmektedir. Yenilebilir yabancı otlar sahip oldukları fenolik bileşikler, uçucu yağlar, amino asitler ve peptidler, organik asitler, vitaminler ve mineraller sebebiyle insan beslenmesinde önemli bir role sahip olmaktadır. Gıda endüstrisinde yenilebilir yabancı otlar, matrislerinde bulunan biyoaktif bileşikler sayesinde temiz etiketli gıda üretimi için alternatif bir hammadde olmaktadır.

Karadeniz Bölgesi'nin birçok farklı lokasyonunda sakarca (*Ornithogalum umbellatum* L.), kaldırık otu (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don), kabalak otu (*Petasites hybridus*), diken ucu (*Smilax excelsa* L.), gut otu (*Aegopodium podagraria* L.), hılak otu (*Chaerophyllum byzantinum* Boiss.), civciv otu (*Stellaria media* L.), benli pancar (*Polygonum lapathifolium* L.), kazayağı otu (*Falcaria vulgaris* Bernh.), gıvışgan otu (*Silene vulgaris*) ve kedidili otu (*Coronopus squamatus*) yabancı ot olarak yetişmektedir. Bu bitkilerden elde edilebilecek doğal gıda katkı maddelerinin gıdalardaki patojen mikroorganizmaların inhibisyonunda görev alması ve gıdaların organoleptik özelliklerinin muhafaza



edilmesi amacıyla kullanımının mümkün olduğu öngörülmektedir. Bölge halkının beslenme alışkanlığında önemli bir yere sahip olmasına rağmen ulusal platformlarda ve gıda endüstrisinde ticari değere sahip olmayan bu otlar hakkındaki çalışmalara devam edilmekte ve böylelikle milli gelire katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Bölgede yetişmekte olan yenilebilir yabancı otlar hakkındaki farmakolojik çalışmalar, irdelenen bitkilerin, ilaç endüstrisi için de önemli kaynaklar olabileceğini ve modern tıpta birçok tedavi yöntemine entegre edilmesinin mümkün olabileceğini göstermektedir.

### Extended Abstract

The Black Sea Region is home to many plants with the unique habitat. There is great interest in weeds in the region where many plants spread all over the world coexist. Many different weeds are included in the local dishes of the region and edible weeds have an important place in the eating habits of the local people. Many different edible weeds are included in the local dishes of the region and edible weeds are positioned in an important place in the eating habits of the local people. Edible weeds have an important role in human nutrition due to their phenolic compounds, essential oils, amino acids and peptides, organic acids, vitamins and minerals. Edible weeds have many bioactive properties such as antimicrobial, antioxidant, anticarcinogen and anti-inflammatory. In the food industry, edible weeds are an alternative raw material for clean label food production, thanks to the bioactive compounds in their matrices and their bioactive properties. In many different locations of the Black Sea Region, *Ornithogalum umbellatum* L., *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, *Petasites hybridus*, *Smilax excelsa* L., *Aegopodium podagraria* L., *Chaerophyllum byzantinum* Boiss., *Polygonum lapathifolium* L., *Stellaria media* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Silene vulgaris* and *Coronopus squamatus* are grown as weeds. These weeds growing in the region have been the subject of many studies and have been confirmed to have antimicrobial and antioxidant effects. It is predicted that it is possible to use natural food additives obtained from these plants to take part in the inhibition of pathogenic microorganisms in foods and to preserve the organoleptic properties of foods. It is thought that the natural food additives to be obtained from these plants will increase the food quality and extend the shelf life of the food, as well as enable the production of food enriched in nutrient content and provide continuity in the production of food enriched in the nutrient content, and will be an important source for sustainable production. The antioxidant effect of all plants except

*Polygonum lapathifolium* L., which is one of the edible weeds examined within the scope of the study, makes it possible to use these plants as alternative raw materials in the production of natural preservatives. In addition, it was determined that *Ornithogalum umbellatum* L., *Petasites hybridus*, *Aegopodium podagraria* L., *Chaerophyllum byzantinum* Boiss, *Stellaria media* L and *Falcaria vulgaris* Bernh, which were examined, showed antimicrobial effects on selected foodborne pathogens representing Gram positive and Gram negative bacteria. It has been determined that the extracts obtained from *Trachystemon orientalis* (L) G Don and *Stellaria media* L plants have an inhibitory effect on molds that cause foodborne mycotoxicosis. The effect of *Ornithogalum umbellatum* L, *Smilax excelsa* L, *Chaerophyllum Byzantinum* Boiss and *Falcaria vulgaris* Bernh on the inhibition of yeasts that cause spoilage in foods is of great importance for food quality. Confirmation of the antimicrobial effects of the examined plants is important in terms of gaining commercial value and natural food production. Within the scope of the literature review, no study was found to determine the antimicrobial effect of *Polygonum lapathifolium* L, *Silene vulgaris* and *Coronopus squamatus*. However, the results obtained in the current studies on the determination of the total amount of phenolic substances and the determination of the antioxidant effect of *Silene vulgaris* and *Coronopus squamatus* suggest that these plants have antimicrobial effects.

The edible weeds that nature has offered us are suitable for meeting our daily nutritional needs due to the bioactive compounds they have. The introduction of these plants is important in terms of providing alternative raw materials to the food industry and increasing food diversity. In addition, integrating edible weeds into daily diets expands the nutritional spectrum, allowing the consumption of many plant-derived bioactive compounds. Considering the consumption patterns of edible weeds that have no commercial value, it is understood that it is possible to use it in the production of ready-made food, as well as being used as a raw material in the production of natural food additives and pharmacology. It is thought that the industrial processing of these weeds will contribute to the national income on a large scale.

In folk medicine, weeds are used in the treatment of many different diseases. It has been confirmed as a result of researches that many different edible wild herbs grown in the Black Sea region are used in the treatment of infections, pain, digestive and respiratory system diseases throughout history. Pharmacological studies on edible weeds growing in the region show that the examined plants can also be important sources for the pharmaceutical industry and can be

integrated into many treatment methods in modern medicine. Especially phenolic compounds, which are found in high amounts in the matrix of edible weeds, make it possible to use these plants or their extracts in the treatment of cancer, diabetes, obesity and cardiovascular diseases.

It was described that *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don and *Stellaria media* L., among the edible weeds examined within the scope of the study, showed antidiabetic and antiobesity properties. *Smilax excelsa* L., *Aegopodium podagraria* L. and *Falcaria vulgaris* Bernh plants are often preferred for the treatment of gastrointestinal tract infections due to their anti-inflammatory effects. It has been observed that compounds obtained from different parts of *Petasites hybridus* plant are integrated into existing treatment methods due to their promising results in allergic rhinitis and migraine prophylaxis. In addition, positive effects of *Petasites hybridus* and *Smilax excelsa* L. plants on cancer treatment were determined. The determination that *Petasites hybridus* has a high specific effect on breast tumor cells and a low effect on non-cancerous cells shows that root extracts obtained from the plant can be an alternative to current treatment methods.

It has been determined that the weeds examined within the scope of the study have many different bioactive properties. In the literature review, no study was found on the production of natural preservatives from the weeds examined. It is thought that this review study may create a new field of study for researchers interested in plant-derived natural antimicrobial and antioxidant agents. Although it has an important place in the nutritional habits of the people of the region, studies on these edible weeds, which do not have commercial value in national platforms, in pharmacology and in the food industry, are continued and it is aimed to contribute to the national income.

## GİRİŞ

Gıda, insanın yaşamı boyunca en temel ihtiyacıdır. Bitkiler, ilk insanlardan günümüze kadar insan beslenmesinde önemli bir role sahip olmuştur. Zengin besin içeriği ve düşük kalorisi sayesinde diyetlerin vazgeçilmez bir parçası olan bitkiler hakkındaki çalışmalar, bitki matrisindeki biyoaktif bileşenlerin tanımlanmasıyla birlikte önem kazanmıştır. Bitkiler ve bitkilerin sahip olduğu biyoaktif bileşenlerin gıda endüstrisinin farklı alanlarında kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bitkilerin sahip olduğu biyoaktif bileşikler, gıda endüstrisi kadar farmakolojinin de ilgisini çekmektedir. İnsanlık tarihi boyunca bitkiler ve bitki bileşenleri halk hekimliğinde ve modern tıpta ilaç olarak kullanılmıştır.

Gıdaların işlenmesi sırasında kimyasal katkı maddelerinin kullanımı, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin gün yüzüne çıkması, tüketici bilincinin artması ve gelişen teknoloji ile gün geçtikçe azalmakta ve yerini doğal gıda katkı maddelerine bırakmaktadır (1). Doğal gıda katkı maddeleri, bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan elde edilen, hayvancılık, tarım, gıda taşımacılığı, gıda kalitesinin korunması ve gıda ambalajlaması amacıyla yaygın olarak kullanılan, yararlı, biyoaktif bileşiklerdir (2, 3).

Bitkisel kaynaklı doğal gıda katkı maddeleri; sentetik gıda katkı maddelerinin güvenliği konusundaki artan endişeler sebebiyle ve zaman içerisinde antibiyotiğe karşı direnç kazanmış mikroorganizmalara karşı kullanılabilirliği nedeniyle büyük ilgi görmeye başlamıştır (4). Bitkilerden elde edilen uçucu yağların, fenolik bileşiklerin ve biyoaktif peptitlerin gıdaların raf ömrünü uzatabilen ve gıda güvenliğini sağlayabilen antimikrobiyal ve aktioksidan ajanlar olduğu kanıtlanmıştır (5-7).

Bitkilerden elde edilen değerli biyoaktif bileşiklerin toksik olmaması, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin deşifre edilmesi, gıda güvenliği ve gıda kalitesi üzerindeki olumlu etkilerinin kanıtlanmasıyla bitkilerin biyoaktif özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde gıda olarak tüketilen ve

ticari değere sahip olmayan yenilebilir yabancı otların biyoaktif özellikleri irdelenmiştir.

## 1. YENİLEBİLİR YABANI OTLAR

### 1.1. Sakarca (*Ornithogalum umbellatum* L.)

Sakarca (*Ornithogalum umbellatum* L.) *Liliaceae* familyasına ait Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında yetişen çok yıllık yabancı otsu bir bitkidir. Bitkinin kök yapısı soğansı, yaprakları şeritli ve tüysüz yapıdadır. Mart-Haziran ayları arasında beyaz çiçekler açan bitki, serin ve yarı gölge yerlerde yetişmektedir (8). Yöresel olarak "çökülcen", "kuzucuk soğanı" ve "Akyıldız" gibi çeşitli isimlerle bilinmektedir (9, 10). Bitkinin soğan, yaprak ve çiçek kısımlarının kızartması ve kavurması yapılarak tüketilmektedir (10).

Sakarca bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde edilen ekstraktların fenolik bileşik kompozisyonu incelendiğinde protokatekuik asit, p-hidroksibenzoik asit, vanilik asit ve p-kumarik asit miktarınca zengin bir bitki olduğu, süperoksit radikali yakalama aktivitelerinin yüksek olduğu ve DPPH radikali varlığında antioksidan özellik gösterdiği anlaşılmıştır (11). Demirkol vd. (10) çalışmalarında Ordu ilinin Ulubey ve Kumru ilçelerinden topladıkları sakarca örneklerinden elde ettikleri ekstraktların toplam fenolik madde içeriğinin sırasıyla 30.23 ve 37.95 mg GAE/100g olduğunu ve ekstraktların *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini fakat *Listeria monocytogenes*'e karşı inhibitif etkiye sahip olmadığını tespit etmişlerdir. Aydın (12) sakarca bitkisinin gövde ve çiçek ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarının sırasıyla 19.26 ve 18.96 µg GAE/mL olduğunu ve ekstraktların *Salmonella enterica*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus vulgaris*, *Gordonia rubripertincta*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis* suşlarına karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini belirlemiştir.

### 1.2. Kaldirik otu (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don)

Kaldirik otu (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don), *Boraginaceae* familyasına ait çok yıllık otsu bir

bitkidir. Bitki, Batı Kafkasya, Doğu Bulgaristan ve Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde yetişmekte olup (13) 20-44 cm'ye kadar büyüebilmektedir (14). Üçgen şeklinde sert ve tüylü yapraklara sahip olan bitki ilkbaharda mavi-mor çiçek açmaktadır. Çiçekli bir bitki olmasına rağmen üreme organı olarak çoğunlukla rizomları görev almaktadır. Yerel olarak "kaldırayak", "kaldırık", "kalduruk", "ışpıt", "balıkotu", "hodan", "acı hodan" ve "doğu hodanı" olarak adlandırılmaktadır (13). Bitkinin en yaygın tüketim şekli gövde kısmından turşu yapılmasıdır. Ayrıca gövde ve yaprak kısmından kavurma ve kızartma, yapraklarından ise sarma yapılmaktadır (10).

Kaldirik bitkisinin farklı kısımlarının reçine, nitrat tuzları, saponin, tanen, uçucu yağ, kateşik tanen, kolin ve β-sitosterol içerdiği tespit edilmiş ve sahip olduğu biyoaktif bileşikler kaynaklı gıda takviyesi olarak tüketilmesinin mümkün olduğu anlaşılmıştır (13). Bitkinin farklı kısımlarının antidiyabetik etkisi olduğu ve obezite tedavisinde kullanılabileceği bilinmektedir (15, 16). Ayrıca bitkiden elde edilen ekstraktlar antimikrobiyal, antioksidan ve anti-inflamatuar etki göstermektedir (17, 18). Bitkinin etanol ekstraktının *Escherichia coli*'ye karşı antimikrobiyal etki gösterdiği gözlemlenmiştir (17). Bitkinin kök ve yaprak ekstraktlarının, *Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* suşlarına karşı antifungal etki gösterdiği anlaşılmıştır (19).

### 1.3. Kabalak otu (*Petasites hybridus*)

*Asteraceae* familyasının *Petasites* cinsine ait 19 tür bulunmaktadır (20). Bu türe ait bitkiler çok yıllık otsu bir bitki olmakla birlikte, Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'ya dağılmıştır (21, 22). Bitkinin yaprakları 1-1,5 metreye kadar büyüebilmekte ve çiçekleri yapraklarından önce belirlemektedir. Şapka şeklinde olan yeşil yaprakları -35°C'ye kadar dayanmaktadır (23). Nemli ortamlarda yetişebilen bitkiye, orman içerisindeki akarsu kenarlarında ve bataklık zeminlerde rastlanmaktadır (21). "Kaymak otu", "öksürük otu", "devetabanı", "dalaban", "sulandık otu" ve "kusut" gibi farklı isimlerle tanınmakta olan bitkinin yaygın tüketim şekli gövde kısmından

turşu yapılmasıdır. Ayrıca gövdesinden; kızartma ve kavurma, yapraklarından ise sarma yapılarak da tüketilmektedir (24).

Kabalak bitkisi yüksek oranda petasin ve izopetasin uçucu yağlarını barındırmaktadır. Bitkinin fenolik bileşik kompozisyonu incelendiğinde rutin, kuersetin ve kafeoilkinik asit tespit edilmiştir (25). Halk hekimliğinde solunum yolu rahatsızlıkları, sindirim sistemi hastalıkları ve baş ağrısının tedavisinde kullanıldığı belirtilmektedir (26). Bitkiden elde edilen ekstraktların ve bileşiklerin migren, alerjik rinit, meme kanseri ve SARS-CoV-2 üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (27-30). Ayrıca bitki antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermektedir (31). Bitkinin sulu kök ekstraktından elde edilen bileşiklerin DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ve ferrit giderme gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bileşiklerin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bilinmektedir (31, 32-34). Bitkinin kök, gövde ve yaprak kısmından elde edilen etanol ekstraktları ise *Bacillus cereus*, *Salmonella Typhimurium*, *Lactobacillus plantarum* 211 ve *Lactobacillus brevis* 92'ye karşı inhibitif etki göstermektedir (35).

#### 1.4. Diken ucu (*Smilax excelsa* L.)

Diken ucu bitkisi *Smilacaceae* (*Liliaceae*) familyasına ait odunsu bir asmadır (36). Bitki, Doğu Asya, Güney Amerika ve Kuzey Amerika başta olmak üzere ılıman bölgelerde yetişmektedir (37). Ülkemizde en çok Karadeniz Bölgesi'nde yetişmekte olan bitki, yöresel olarak "melocan", "dikenucu", "kırçan", "melevcan", "merülçen" ve "saparna" adlarıyla bilinmektedir (38). Bitkinin genç sürgünleri kavurma ve turşu yapılarak tüketilmektedir (10). Bitkinin uzun yıllardır meme kanseri, diyabet, yaralar, melitus, çiban, ülser, romatizma, frengi ve deri hastalıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde aktif olarak kullanılmakta olduğu bilindiğinden farmakoloji alanında büyük bir öneme sahiptir (37, 39).

Diken ucu bitkisinin sürgünleri gıda ve sağlık açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bitkinin kompozisyonu incelendiğinde birçok fenolik asit, yağ asiti, yağda çözünen vitamin, fitosterol

ve proteini bünyesinde barındırdığı tespit edilmiştir. Bitkiden elde edilen ekstraktların DPPH, ABTS, OH radikal yakalama potansiyeline sahip olduğu ve yüksek şelatlama özelliği gösterdiği bilinmektedir (40). Bitki, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus mutans*, *Candida krusei* ve *Candida albicans*'a karşı inhibitif etkiye sahiptir (41).

#### 1.5. Gut Otu (*Aegopodium podagraria* L.)

Gut otu (*Aegopodium podagraria* L.), *Apiaceae* familyasının Türkiye'de yetişebilen tek temsilcisidir. Dünya genelinde Avrupa, Kuzey Amerika ve Batı Asya'ya yayılış göstermektedir. Karadeniz Bölgesi'nde yetişmekte olan bitki yöresel olarak "baldıran", "mendek" ve "keçiyayağı" isimleriyle tanınmaktadır (38, 42). Bitki 30-100 cm arasında büyüebilmektedir. Gövdesi tüylü kısa ve içi boştur. Yaprak kısmı uzun saplarda 3 adet yapraktan oluşur (43). Bitkinin yaygın tüketim şekli, gövde ve yaprak kısmından çorba, kavurma ve kızartma yapılmasıdır. Ayrıca bitkinin yaprakları kurutularak muhafaza edilmekte ve mevsimi dışında da yemeği yapılarak tüketilmektedir.

Gut otunun kimyasal kompozisyonu incelendiğinde, fenolik bileşik (fenolik asit, kumarin, tanen) içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bitkiden tanımlanabilen 13 farklı amino asitin 8 tanesinin esansiyel amino asit olduğu ve vücut için gerekli olan fosfor, demir ve çinkonun yeterli miktarda bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin vitamince zengin bir gıda maddesi olduğu anlaşılmıştır (44). Bitki, sahip olduğu biyoaktif bileşikler nedeniyle farmakolojinin ilgisini çekmektedir. Halk hekimliğinde gut otunun yaprakları esas olarak gut, böbrek ve mesane iltihaplarını tedavi etmek ve yara iyileşmesini hızlandırmak amacıyla kullanılmıştır (38). Bitkinin antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bitki, ABTS, TEAC ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesine sahiptir (38, 45). Gut otu, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Fusarium culmorum* ve *Rhizoctonia sp*'e karşı inhibitif etki göstermektedir (38). Ayrıca bitkiden elde edilen etanol ekstraktının *Bacillus mycoides*, *Bacillus*

*subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas fluorescens*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bilinmektedir (46).

### 1.6. Cıvcilik otu (*Stellaria media* L.)

Cıvcilik (*Stellaria media* L.), *Caryophyllaceae* familyasına ait bir bitkidir. Ilıman iklimlerde yetişen bitki, Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da dağılım göstermektedir (47). "Cıvciv otu" veya "kuş otu" olarak bilinmekte olan bitki, fenolik asitler, flavonoidler, alkaloidler, saponinler, yağ asitleri, kardiyak glikozitler, terpenoidler ve tanenler gibi çeşitli bileşiklere sahiptir (48, 49). Çiğ olarak salatalar şeklinde tüketilmekte olan bitki, halk hekimliğinde kızamık, gastrointestinal bozukluklar, ishal, sindirim, böbrek, üreme ve solunum yolları iltihabının tedavisinde kullanılmaktadır (49).

Beslenme ve farmakoloji alanının ilgisini çekmekte olan bitkinin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan farmakolojik çalışmalar bitkinin diyabet, obezite ve anksiyete tedavisinde kullanılabileceğini göstermektedir. Bitkiden elde edilen ekstraktların ABTS, TEAC ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir (47, 49, 50). Bitki, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens* ve *Proteus vulgaris*' e karşı inhibitif etki göstermektedir (51, 52). Cıvcilik otunun yapraklarından elde edilen peptitlerin, *Fusarium solani* IVK, *Alternaria alternata* DVZ, *Bipolaris sorokiniana* 6/10, *Botrytis cinerea* SGR-1 ve *Aspergillus niger* VKM F-33'e karşı antifungal aktivite gösterdiği bilinmektedir (53).

### 1.7. Hılak otu (*Chaerophyllum Byzantinum* Boiss.)

Baldıran (*Chaerophyllum Byzantinum* Boiss.) *Apiaceae* familyasının üyesidir. Bitki Aysa, Avrupa, Amerika ve Afrika'ya dağılım göstermiştir. Türkiye'nin kuzey ve kuzeybatı bölgesinde dördü endemik olmak üzere 15 tür yetişmektedir. Hılak otu bitkisinin Türkiye'den Almanya'ya götürülüp yetiştirildiği

ve yapraklarının baharat şeklinde tüketildiği bilinmektedir. Bitki yöresel olarak kavurması ve haşlaması yapılarak da tüketilmektedir (54, 55).

Hılak otunun toplam fenolik, flavonoid ve antosiyanin içeriği ve antioksidan aktivitesi incelendiğinde elde edilen sonuçlar bitkinin insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere neden olabileceğini düşündürmektedir. Bitki FRAB ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesine sahiptir (55, 56). Ayrıca bitkiden elde edilen uçucu yağların, *Candida albicans* ve *Candida Glabrata*' ya karşı inhibitif etkiye sahip olduğu bilinmektedir (57).

### 1.8. Benli pancar (*Polygonum lapathifolium* L)

Benli pancar (*Polygonum lapathifolium* L) *Polygonaceae* familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir. Bitki nehir kıyıları ve bataklık arazilerde yetişmektedir. Yüzeyi tüysüz veya kısa tüylü olan bitki 30-100 cm aralığında büyümektedir. Yaprakları ince şeritsi ve kısa saplı olan bitki Ağustos-Eylül ayları arasında beyaz veya pembe çiçek açmaktadır (58). Yöresel olarak "bazala" ve "tirşon" isimleriyle tanınmakta olan bitki, halk hekimliğinde hemoroid ve iltihaplı yara tedavisinde kullanılmaktadır (59). Benli pancar bitkisinin en yaygın tüketim şekli kavurularak tüketilmesidir. Ayrıca bitkinin yaprakları kurutulularak bitki çayı olarak da tüketilebilmektedir.

Benli pancar bitkisinin köklerinden elde edilen etanolü ekstraktların farklı dozlarının antipiretik ve anti-inflamatuar etkiye sahip olan standart ilaçlara alternatif olabileceği anlaşılmıştır (60). Bitkinin metanollü ekstraktı yüksek oranda elastaz inhibitör etkiye sahiptir (61). Benli pancar bitkisinin fenolik bileşik kompozisyonu incelendiğinde kuersetin ve gallik asit tespit edilmiştir (62). Yapılan literatür taramasında bitkinin antimikrobiyal ve antioksidan etkilerine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bitkinin sahip olduğu biyoaktif bileşiklerin ve özelliklerinin araştırılmasının farmakoloji ve gıda endüstrisinde büyük öneme sahip olacağı düşünülmektedir.

### 1.9. Kazayağı otu (*Falcaria vulgaris* Bernh.)

*Apiaceae* familyasının bir üyesi olan Kazayağı



otu (*Falcaria vulgaris Bernh.*), Asya, Avrupa ve Amerika'da dağılım gösteren, tek veya çok yıllık otsu bir bitkidir. Mavi-mor renkte çiçek açan bitki 25-100 cm'ye kadar büyüyebilmektedir. Tarım arazilerinde yabancı olarak yetişen bitkinin genç sürgünleri tüketilmektedir. Bitkinin genç sürgünleri turşu şeklinde veya bulgur, pirinç ve yarma ile birlikte yemeği yapılarak tüketilmektedir. Özellikle İran'ın güney ve batı kısmında yaygın olarak yetişmekte olan bitki halk hekimliğinde büyük bir öneme sahiptir (63, 64). Bitki, mide, bağırsak, deri, kalp, karaciğer, böbrek ve mesane hastalıkları ve **böbrek** taşlarının tedavisinde uzun yıllardır kullanılmaktadır (65, 66). Bitki doğurganlığı önlediği için doğum kontrol yöntemi olarak (67) ve bilinç kaybına neden olmadan ağrı hissini azaltabilmesi nedeniyle yaralanma ve ağrı tedavisi için sıklıkla kullanılmaktadır (68).

Kazayağı otundan elde edilen esansiyel yağların yüksek oranda spatulenol, palmitic acid, hexahydrofarnesyl acetone, thymol ve carvacrol içerdiği tespit edilmiştir. Elde edilen esansiyel yağın, DPPH, FRAP ve demir şelatlama özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir (69). Bitkiden elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal etkisi disk difüzyon yöntemi ile test edilmiş ve *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* ATCC 10259, *Candida albicans* ATCC 24433, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*'ye karşı inhibitif etki gösterdiği tespit edilmiştir (65).

#### 1.10. Gıvışgan otu (*Silene vulgaris*)

Gıvışgan otu (*Silene vulgaris*), Caryophyllaceae familyasına ait çok yıllık odunsu bir bitkidir. Bitki Haziran-Temmuz ayları arasında balon şeklin de çiçek açmakta ve tüysüz yumuşak yapraklara sahip olmaktadır. Avrupa'ya özgü bir bitki olarak tanınmasına rağmen Asya, Kuzey Amerika, Güney Afrika, ve Avustralya'da dağılım göstermektedir. Gıvışgan otu yöresel olarak "şakşak" ve "ecibücü" olarak da tanınmaktadır. Gıvışgan otunun yaprakları kızartma ve çorba şeklinde tüketilmektedir. Ayrıca bitkinin yaprakları sebze bök harçlarında kullanılmaktadır (70, 71). Tıbbi aromatik bir bitki olan gıvışgan otu İspanya'da

astım ve bronşit tedavisinde kullanılmaktadır (72).

Gıvışgan otunun biyoaktif bileşik kompozisyonu incelendiğinde yüksek miktarda  $\alpha$ -tokoferole sahip olduğu anlaşılmıştır. Bitkinin genç sürgünlerinden elde edilen ekstratların toplam fenolik madde miktarı  $26,72 \pm 1,63$  mg GAE/g ekstrakt, toplam flavonoid miktarı  $21,65 \pm 5,53$  mg CE/g ekstrakt olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bitkinin genç sürgünlerinden elde edilen ekstraktın DPPH serbest radikal giderme aktivitesi,  $\beta$ -karoten ağartma inhibisyonu ve TBARS oluşumu inhibisyonu neden olduğu belirlenmiştir (73).

#### 1.11. Kedidili otu (*Coronopus squamatus*)

Kedidili otu (*Coronopus squamatus*), Brassicaceae familyasına ait bir veya iki yıllık bir bitkidir (74). Bitkinin Latince ismi bazı kaynaklarda "*Lepidium coronopus*" olarak geçmektedir. Kedidili otu, Asya, Güney Amerika, Afrika ve Avrupa'da dağılım göstermektedir. Bitkinin yapraklarını pişmiş veya çiğ şekilde tüketmek mümkündür. İtalya'da geleneksel yemeklerde buruk tadı nedeniyle haşlanarak tüketilmesi tercih edilmektedir (75). Ülkemizde bitkinin genç yapraklarının pirinç, bulgur ve yarmayla yemeği yapılmaktadır (63). Bitki halk hekimliğinde enfeksiyon, astım ve ağrı tedavisinde kullanılmaktadır (75). Bitkinin anti-inflamatuvar, analjezik, antioksidan, antikolinesteraz ve antiaflatoksijenik aktivite gösterdiği bilinmektedir (75, 76). Bitkiden elde edilen ekstraktın flavonoid kompozisyonu incelenmiş ve 10 farklı bileşik izole edilip tanımlanmıştır (77). Ayrıca elde edilen ekstraktın, ABTS, CUPRAC, TEAC ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir (74, 76).

## SONUÇ

Yabancı otlar insanlık tarihi boyunca beslenmenin bir parçası olmuştur. Karadeniz Bölgesi birçok yabancı ota ve endemik bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Bölgede yetişen ve yöresel yemeklerde kullanılan yenilebilir yabancı ot popülasyonu oldukça fazladır. Bölge insanı, gıda ve halk hekimliğinde ilaç olarak sıklıkla yabancı otları kullanmaktadır. Yöresel olarak yabancı otlar kavurma, kızartma, turşu ve çorba

şeklinde yaygın olarak tüketilmektedir. Bölgede yetişen yenilebilir yabani otların matrisinde yer alan biyoaktif bileşiklerden dolayı doğal gıda katkı maddesi üretiminde hammadde olarak kullanımının mümkün olabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca yenilebilir yabani otların içerdiği vitamin ve mineral miktarı, alınması gereken günlük doza katkı sağlayabileceğinden insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu belirlenmiş ve beslenmede önemli bir yere sahip olduğu vurgulanmıştır. Halk hekimliğinde enfeksiyon ve ağrı tedavisinde sıklıkla kullanılan yenilebilir yabani otlar, antimikrobiyal, antioksidan, anti-inflamatuar, antidiyabetik, antikanserojen ve antiobezite gibi birçok özelliğe sahip olduğunun deşifre edilmesiyle birlikte gıda bilimi ve farmakoloji alanındaki çalışmalara konu olmaya devam etmektedir. Bölgede yetişmekte olan yenilebilir yabani otlar hakkındaki farmakolojik çalışmalar, irdelenen bitkilerin, ilaç endüstrisi için de önemli kaynaklar olabileceğini ve modern tıpta birçok tedavi yöntemine entegre edilmesinin mümkün olabileceğini göstermektedir. Yenilebilir yabani otların kompozisyonunda bulunan fenolik bileşikler, esansiyel yağlar ve biyoaktif peptitlerin antimikrobiyal ve antioksidan etkisi nedeniyle gıda ve ilaç endüstrisinde koruyucu olarak kullanımının verimli olacağı öngörülmektedir. Bölgede yetişen yenilebilir yabani ot popülasyonunun geniş olması, halk hekimliği alanında yabani otların sıklıkla kullanılması nedeniyle yapılacak yeni araştırmaların doğal koruyucu madde üretimi ve farmakoloji alanına alternatif hammadde sunulması ve temin edilmesi için önem arz ettiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Mirza, S. K., Asema, U. K., & Kasim, S. S. (2017). To study the harmful effects of food preservatives on human health. *Medicinal Chemistry & Drug Discovery*, 2, 610-616.
2. Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D'Amato, D., Speranza, B., & Sinigaglia, M. (2009). Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(2), 223-241. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01883.x>.
3. Liu, X., Li, X., Bai, Y., Zhou, X., Chen, L., Qiu, C., Lu, C., Jin, Z., Long, J., & Xie, Z. (2023). Natural antimicrobial oligosaccharides in the food industry. *International Journal of Food Microbiology*. 386. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.110021>
4. Salamci, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., & Kaya, Y. (2007). Chemical compositions, antimicrobial and herbicidal effects of essential oils isolated from Turkish *Tanacetum aucheranum* and *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(9), 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.03.012>
5. Calo, J. R., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., & Ricke, S. C. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems—A review. *Food Control*, 54, 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.040>
6. Sharma, S., Barkauskaite, S., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2021). Essential oils as additives in active food packaging. *Food Chemistry*, 343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128403>
7. Baidara, P., & Mandal, S. M. (2022). Plant-derived antimicrobial peptides: Novel preservatives for the food industry. *Foods*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/foods11162415>
8. Aslan, Z. (2022). *Türkiye'deki bazı Ornithogalum l. (Subgenus ornithogalum baker) (asparagaceae) türlerinin polen morfolojisi* [Yüksek Lisans Tezi].
9. Demirkol, M., Çelik, Ö. F., & Tarakçı, Z. (2017).

- Ordu ilinde yetişen Sakarca (*Ornithogalum umbellatum*) bitkisinin antibakteriyel aktivitesi ve toplam fenolik madde içeriği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 312-318.
10. Demir, E., Sürmen, B., & Kutbay, H. G. (2017). Salıpazarı ve çevresinde (Samsun/Türkiye) doğal olarak yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 68-78. <https://doi.org/10.31466/kfbd.321940>
  11. Renda, G., Özel, A., Akyüz-Turumtay, E., Barut, B., Korkmaz, B., Çol-Ayvaz, M., & Demir, A. (2019). Comparison of phenolic profiles and antioxidant activity of three *Ornithogalum* L. species. *Turkish Journal of Biochemistry*, 44(3), 299-306. <https://doi.org/10.1515/tjb-2018-0011>
  12. Aydın S. (2020). Total phenolic content, antioxidant, antibacterial and antifungal activities, FT-IR analyses of *Brassica oleracea* L. var. *acephala* and *Ornithogalum umbellatum* L. *Genetika*, 52(1), 229-244. <https://doi.org/10.2298/GENSR2001229A>
  13. Akçin, Ö., Kandemir, N., & Akçin, Y. 2004. A morphological and anatomical study on a medicinal and edible plant *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don (Boraginaceae) in the black sea region. *Turkish Journal of Botany*. 28(4), 435-442.
  14. Özbakır-Özer. M., & Kibar, B. (2018). Orta Karadeniz bölgesi'nden toplanan Kaldırayak (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don.) genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 178-186. <https://doi.org/10.24180/ijaws.424603>
  15. Ayhan, B. S., Yalçın, E., Çavuşoğlu, K., & Acar, A. (2019). Antidiabetic potential and multi-biological activities of *Trachystemon orientalis* extracts. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 2887-2893. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00209-1>
  16. Sargin, A. S. (2021). Plants used against obesity in Turkish folk medicine: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.113841>
  17. Uzun, E., Sariyar, G., Adsersan, A., Karak, B., Ötük, G., Oktayoğlu, E., & Pirildar, S. (2004). Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species. *Journal of Ethnopharmacology*, 95(2-3), 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.013>
  18. Bıyık, B., Yılmaz-Sarıaltın, S., Gökbulut, A., Çoban, T., & Çoşkun, M. (2022). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don as a valuable source of rosmarinic acid: biological activities and HPLC profiles. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, <https://doi.org/10.4274/tjps.galenos.2022.1426>
  19. Onaran, A., & Yılar, M. (2012). Antifungal activity of *Trachystemon orientalis* L. aqueous extracts against plant pathogens. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3&4), 287-291. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1368.1765>
  20. Hai, P., Gao, Y., Xiao, C.G., Jiang, X.J., Li, X. M., Yang, W.Q., Li, R.T. & Wang, F. (2018). New sesquiterpenoids from *Petasites japonicus* and *Petasites tricholobus*. *Phytochemistry Letters*, 23, 41-45. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2017.10.008>
  21. Johnston, J. (2001). *Petasites hybridus* monograph. *Alternative Medicine Review*. 6, 207-209.
  22. Avula, B., Wang, Y., Wang, M., Smillie, T., & Khan, I., 2012. Simultaneous determination of sesquiterpenes and pyrrolizidine alkaloids from the rhizomes of *Petasites hybridus* (L.) G.M. et Sch. and dietary supplements using UPLC-UV and HPLC-TOF-MS methods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 70, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2012.05.021>
  23. Toman, J. (1972). A taxonomic survey of the genera *Petasites* and *Endocellion*. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 7, 381-406.
  24. Melikoğlu-Akın, A. 2021. Giresun Mutfağında Yabancı Bitkiler, *Asya Studies*, 5 (18), 139-152.
  25. Kulinowski, L., Luca, S. V., Minceva, M., & Skalicka-Woźniak, K. (2022). A review on the

- ethnobotany, phytochemistry, pharmacology and toxicology of butterbur species (*Petasites L.*). *Journal of Ethnopharmacology*, 293, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115263>
26. Khaleghi, F., Din, L., Charati, F., Yaacob, W., Khalilzadeh., Skelton B. ve Makha M. 2011. A new bioactive compound from the roots of *Petasites hybridus*. *Phytochemistry Letters*, 4(3), 254-258. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2011.04.009>
27. Pothmann, R., ve Danesch, U. 2005. Migraine prevention in children and adolescents: results of an open study with a special butterbur root extract. *Headache*. 45(3), 196–203.
28. Blosa, M., Uricher, J., Nebel, S., Zahner, C., Butterweck, V. ve Drewe, J., 2021. Treatment of early allergic and late inflammatory symptoms of allergic rhinitis with *Petasites hybridus* leaf extract (ze 339): results of a noninterventional observational study in Switzerland, *Pharmaceuticals*, 14(3), 180-193. <https://doi.org/10.3390/ph14030180>
29. Tzovena, R., Uzunova, V., Stoyanova, T., Borisova, B., Momchilova, A., Pankov, R. ve Maslenkova, L. 2021. Anti-cancer effect of *Petasites hybridus L.* (Butterbur) root extract on breast cancer cell lines. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35 (1), 853-861. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1932594>
30. Urda, I., Kreuter, M. H., Drewe, J., Booen, G., Butterweck, V. ve Klimkait, T. 2022. The *Petasites hybridus* CO<sub>2</sub> extract (Ze 339) blocks SARS-CoV-2 replication in vitro. *Viruses*, 14 (1). <https://doi.org/10.3390/v14010106>
31. Davijani, N.Z., Kia-Kojoori, R., Abdolmohammadi, S. ve Sadegh-Samiei, S., 2021. Employing of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CuO/ZnO@MWCNT MNCs in the solvent-free synthesis of new cyanopyrrolazepine derivatives and investigation of biological activity. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 26(4), 2121-2134. <https://doi.org/10.1007/s11030-021-10319-y>
32. Hossaini, Z., Tabersaei, N., Khandan, S., Valipour, P. ve Ghorchibeigi, M., 2020. ZnO/Ag/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles supported on carbon nanotubes employing *Petasites hybridus* rhizome water extract: A novel organometallic nanocatalyst for the synthesis of new naphthyridines. *Applied Organometallic Chemistry*, 35 (3). <https://doi.org/10.1002/aoc.6114>
33. Amiri, S.A., Hossaini, Z. ve Azizi, Z., 2021. Synthesis and investigation of antioxidant and antimicrobial activity of new pyrazinopyrrolazepine derivatives using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CuO/ZnO@MWCNT MNCs as organometallic nanocatalyst by new MCRs. *Applied Organometallic Chemistry*, 36(4). <https://doi.org/10.1002/aoc.6573>
34. Shirangi, H.S., Moradi, A.V., Golsefidi, M.A., Hossaini, Z. ve Jalilian, H.R. 2021. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CuO/ZnO@MWCNT MNCs as an efficient organometallic nanocatalyst promoted synthesis of new 1,2,4-triazolpyrimidoazepine derivatives: Investigation of antioxidant and antimicrobial activity. *Applied Organometallic Chemistry*, 36 (1). <https://doi.org/10.1002/aoc.6460>
35. Gündüz, M., Karabıyıklı-Çiçek, Ş., & Topuz, S. (2023). Extraction and optimization of phenolic compounds from butterbur plant (*Petasites hybridus*) by ultrasound-assisted extraction and determination of antioxidant and antimicrobial activity of butterbur extracts. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2023.100491>
36. Özsoy, N., Can, A., Yanardağ, R., & Akev, N. (2008). Antioxidant activity of *Smilax excelsa L.* leaf extracts. *Food Chemistry*, 110 (3), 571-583. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.037>
37. Khaligh, P., Salehi, P., Farimani, M. M., Ali-Asgari, S., Esmaili, M. A., & Nejad-Ebrahimi, S. (2016). Bioactive compounds from *Smilax excelsa L.* *Journal of the Iranian Chemical Society*, 13, 1055-1059. <https://doi.org/10.1007/s13738-016-0819-9>
38. Yılmaz-Sarıaltın, S., Çiçek-Polat, D., & Yalçın, C. Ö. (2023). Cytotoxic and antioxidant

- activities and phytochemical analysis of *Smilax excelsa* L. and *Aegopodium podagraria* L. *Food Bioscience*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102359>
39. Wu, L. S., Wang, X. J., Wang, H., Yang, H. W., Jia, A. Q., & Ding, Q. (2010). Cytotoxic polyphenols against breast tumor cell in *Smilax china* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 130(3), 460-464. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.05.032>.
  40. Demir, E. (2023). The fatty acid composition, phytochemicals and antioxidant potential of wild edible *Smilax excelsa* L. shoots. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 22 (1), 27-35. <https://doi.org/10.24326/asphc.2023.4566>
  41. Efe, E., Yalçın, E., & Çavuşoğlu, K. (2019). Antimutagenic and multi-biological activities of *Smilax excelsa* L. fruit extract, *Cumhuriyet Science Journal*, 40(2). 440-446. <https://doi.org/10.17776/csj.513469>
  42. Jakubczyk, K., Janda, K., Styburski, D. ve Łukomska, A. (2020). Podagrycznik olasılığı ( *Aegopodium podagraria* L.)-botaniczna ve właściwości prozdoro charakterystykakötü. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*, 74 28-35. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8551>
  43. Łuczaj, Ł. (2008). Dzikro rosnaće rośliny jadalne w ankiecie Józefa Rostafińskiego z roku 1883. *Wiadomości Botaniczne*, 52(1/2), 39-50.
  44. Kyrbassova, E. A., Baitasheva, G. U., Danilov, M. P., Dyuskaliev, G. U., Abdrassulova, Z. T., Adenova, B. E., & Saparov, A. (2018). Anatomical-morphological and phytochemical study of medicinal plant *Aegopodium Podagraria* L. growing in Kazakhstan. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 10(4), 689-697.
  45. Engelhardt, L., Pöhl, T., & Neugart, S. (2022). Edible wild vegetables *Urtica dioica* L. and *Aegopodium podagraria* L.-antioxidants affected by processing. *Plants*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/plants11202710>
  46. Stefanovic, O., Comić, L., Stanojevic, D., & Solujic-Sukdolac, S. (2009). Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics. *Turkish Journal of Biology*, 33(2), 145-150. <https://doi.org/10.3906/biy-0810-21>
  47. Taskin, T., & Bitis, L. (2013). Antioxidant activity of *Silene alba* subsp. *divaricata* and *Stellaria media* subsp. *media* from Caryophyllaceae. *Spatula DD-Peer Reviewed Journal on Complementary. Medicine and Drug Discovery*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.5455/spatula.20130218124721>
  48. Beliaev, D. V., Yuorieva, N. O., Tereshonok, D. V., Tashlieva, I. I., Derevyagina, M. K., Meleshin, A. A., Rogozhin, E. A., & Kozlov, S. A. (2021). High resistance of potato to early blight is achieved by expression of the Pro-SmAMP1 gene for hevein-like antimicrobial peptides from common chickweed (*Stellaria media*). *Plants*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/plants10071395>
  49. Singh, R., Chaudhary, M., & Singh-Chauhan, E. (2022). *Stellaria media* Linn.: A comprehensive review highlights the nutritional, phytochemistry, and pharmacological activities. *Journal of Herbmmed Pharmacology*, 11(3), 330-338. <https://doi.org/10.34172/jhp.2022.38>
  50. Ganea, M., Teodorescu, A. G., Horvath, T., Hanga-Farcas, A., Csaba, N., Zdinca, M., ... & Dobjanschi, L. (2023). Characterization in terms of phytochemical content and medicinal potential of the *Stellaria media* plant extract. *Pharmacophore*, 14(1), 45-55. <https://doi.org/10.51847/qfiILPQ13P>
  51. Singh B., & Yadav S. K. (2010). In vitro studies on antibacterial activity and phytochemical analysis of whole plant extracts of *Stellaria media*. *International Journal of Phytomedicine*, 2(3), 260-266.
  52. Yildirim A. B., Karakas F. P., & Turker A. U. (2013). In vitro antibacterial and antitumor activities of some medicinal plant extracts, growing in Turkey. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 6(8), 616-624. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60106-6](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60106-6)
  53. Rogozhin, E. A., Slezina, M. P., Slavokhotova,

- A. A., Istomina, E. A., Korostyleva, T. V., Smirnov, A. N., Grishin, E. V., Egorov, T. A., & Odintsova, T. I. (2015). A novel antifungal peptide from leaves of the weed *Stellaria media* L. *Biochimie*, 116, 125-132. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2015.07.014>
54. Gladis, T., & Pistrick, K. (2011). *Chaerophyllum byzantinum* Boiss. and *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don—recently introduced from Turkish wild flora as new crop species among other interesting findings from immigrant gardens in western Germany. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58, 165–174. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9608-y>
55. Koca, I., Tekguler, B., & Yilmaz, V. A. (2018). The physical, chemical and antioxidant properties of the leaves of *Chaerophyllum byzantinum* Boiss. Plants. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4), 124-127. <https://doi.org/10.5530/ijper.52.4s.87>
56. Özen, T. (2010). Antioxidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. *Grasas Y Aceites*, 61(1), 86-94. <https://doi.org/10.3989/gya.075509>
57. Kürkçüoğlu, M., Başer, KHC, Işcan, G., Malyer, H., & Kaynak, G. (2006). *Chaerophyllum byzantinum* Boiss esansiyel yağının bileşimi ve antikandidal aktivitesi. *Lezzet ve Koku Dergisi*, 21(1), 115-117.
58. Bulbul, L., Mojumder, S. M., Uddin, J., & Tanni, S. (2013). Phytochemical and pharmacological evaluations of *Polygonum lapathifolium* stem extract for anthelmintic and antiemetic activity. *International Current Pharmaceutical Journal*, 2(3), 57-62. <https://doi.org/10.3329/icpj.v2i3.13582>
59. Sağıroğlu, M., Toksoy-Köseoğlu, S., & Turna, M. (2017). İkramiye vadisi (Sapanca/Sakarya/Türkiye) florasında bulunan tıbbi bitkiler. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 527-539. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.292196>
60. Keleş, O., Bakirel, T., Ener, S., Aydın, H., & Alpınari K. (2001). Ratlarda *Polygonum lapathifolium*'un Antiinflamatuvar ve Antipiretik Aktivitesi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 25, 623-62.
61. Sökmen, B. B., & Sağkal, Y. (2017). Elastaz aktivitesine giresun yöresindeki bazı yenilebilir bitkilerin farklı çözücülerdeki ekstraktlarının inhibisyon etkilerinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 10-18. <https://doi.org/10.31466/kfbd.311178>
62. Smolarz, H. D. (2002). Flavonoids from *Polygonum lapathifolium* ssp. *tomentosum*, *Pharmaceutical Biology*, 40(5), 390-394.
63. Koca, İ., Hasbay, İ., & Bostancı, Ş. (2011). Samsun ve çevresinde sebze olarak kullanılan bazı yabancı bitkiler ve tüketim şekilleri. *Samsun Sempozyumu*, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2866.7927>
64. Shahsavari, S., Sarkar, S., Sen, D. J., & Mandal, S. K. (2022). Determination of the total antioxidant activity of methanolic extract of *Falcaria vulgaris*, *Journal of Phytochemistry & Biochemistry*, 1(1), 8-12. <https://doi.org/10.34172/jbp.2022.3>
65. Shafaghat, A. (2010). Free radical scavenging and antibacterial activities, and GC/MS analysis of essential oils from different parts of *falcaria vulgaris* from two regions. *Natural Product Communications*, 5(6), 981-984. <https://doi.org/10.1177/1934578X1000500636>
66. Hosseini, K., Jasori, S., Delazar, A., Asgharian, P., & Tarhriz, V. (2021). Phytochemical analysis and anticancer activity of *Falcaria vulgaris* Bernh growing in Moghan plain, northwest of Iran. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03464-2>
67. Yadegari, M., Khazaei, M., Hamzavi, Y., & Toloee, A. R. (2011). Antifertility effects of *Falcaria vulgaris* in female rat. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 14(2), 94-99.
68. Rouhi-Boroujeni, H., Asadi-Samani, M., & Moradi, M. T. (2016). A review of the medicinal plants effective on headache based on the ethnobotanical documents of Iran. *Der Pharm Lett*, 8(3), 37-42.
69. Shadvar, M. S., & Moradkhani, S. (2022). Chemical composition of the essential oils

- and antioxidant capacity evaluation of *Echinophora platyloba* DC. and *Falcaria vulgaris* Bernh. growing in Hamadan province of Iran. *Journal of Medicinal Plants*, 21(83), 19-34. <https://doi.org/10.52547/jmp.21.83.19>
70. Kumar, P., Kumar-Rana, P., Himshikha, Kumar-Singhal, V., & Gupta, R.C. (2014). Cytogeography and phenomenon of cytomeiosis in *Silene vulgaris* from cold regions of Northwest Himalayas (India). *Plant Systematics and Evolution*, 300, 831–842. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0922-7>
71. Zengin, G., Mahomoodally, M. F., Aktumsek, A., Ceylan, R., Uysal, S., Mocan, A., Yilmaz, M. A., Picot-Allanin, C. M. N., Ćirić, A., & Glamočlija, J. (2018). Functional constituents of six wild edible *Silene* species: A focus on their phytochemical profiles and bioactive properties. *Food Bioscience*, 23, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.03.010>
72. Chandra, S., & Rawat, D. S. (2015). Medicinal plants of the family Caryophyllaceae: a review of ethno-medicinal uses and pharmacological properties. *Integrative Medicine Research*, 4(3), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2015.06.004>
73. Morales, P., Carvalho, A. M., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., Molina, M., & Ferreira, I. C. (2012). Tocopherol composition and antioxidant activity of Spanish wild vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59, 851-86. <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9726-1>
74. Embaby, I. S., Mohammed, A. R., Medhat, R. H., Mohamady, A. W., & Abdelhady, A. S. K. (2012). Isolation of flavonoids and biological activities of *Coronopus squamatus*. *International Journal of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*. 4(3), 124-129.
75. Elkhateeb, A., El-Shabrawy, M., Abdel-Rahman, R. F., Marzouk, M. M., El-Desoky, A. H., Abdel-Hameed, E. S., & Hussein, S. R., (2019). LC-MS-based metabolomic profiling of *Lepidium coronopus* water extract, anti-inflammatory and analgesic activities, and chemosystematic significance, *Medicinal Chemistry Research*, 28, 505–514. <https://doi.org/10.1007/s00044-019-02309-5>
76. Zengin-Kurt, B., Gazioğlu, I., Sevgi, E., & Sönmez, F. (2018). Anticholinesterase, antioxidant, antiaflatoxic activities of ten edible wild plants from Ordu area, Turkey. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 17(3), 1047–1056. <https://doi.org/10.22037/IJPR.2018.2248>
77. Marzouk, M. M., Al-Nowaihi, A. M., Kawashty, S. A., & Saleh, N. A. M., (2010). Chemosystematic studies on certain species of the family Brassicaceae (Cruciferae) in Egypt. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38(4), 680-685. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2010.04.004>

*“This page is left blank for typesetting.”*

*Bu sayfa dizgiden dolayı boş bırakılmıştır.*



Review / Derleme

# Urolithin A ve yaşlı sağlığına güncel yaklaşım

## *Urolithin A and the current approach to the health of the elderly*

Nardane Düdükçü 

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü/Yaşlı Sağlığı ve Bakımı, Aydın, Türkiye.

### Article info

#### Keywords:

Urolithin A, healthy aging, functional nutrients.

#### Anahtar Kelimeler:

Urolithin A, sağlıklı yaşlanma, fonksiyonel besinler.

Received: 28.08.2023

Accepted: 18.12.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2290

Düdükçü; Urolithin A ve yaşlı sağlığına güncel yaklaşım

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

#### Corresponding Author(s):

\* Nardane Düdükçü, [nardane.1@icloud.com](mailto:nardane.1@icloud.com)

### Özet

Fizyolojik boyutuyla yaşlanma sürecine bağlı olarak yapı ve fonksiyonlardaki bozulmadır. Psikolojik boyutuyla yaşlanma ise bireylerin yaşlılık döneminde geçirdikleri davranış, uyum ve mental fonksiyonlarındaki değişimleri kapsar. Yaşlanma; evrensel, ilerleyici, kademeli ve engellenemez bir süreçtir. Günümüzde yaşlı nüfusun artışına paralel yaşlanmayla ilişkili artan hastalıkların ciddi bir toplum sağlığı problemi haline gelmiştir. Son dönemde insan mikrobiyotasını hedef alan yaşlanma yönetimi; sağlığı, yaşam süresini ve yaşam kalitesini iyileştirmek yeni bir yaklaşım olarak görülmektedir. Yaşlı popülasyona aktif yaşlanma bilinci kazandırılması ve kronik hastalık sıklığını minimuma indirilebilmesi için beslenme önemli rol oynamaktadır. Fonksiyonel besinler sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli yer teşkil etmektedir ve diyetle ilişkili hastalık risklerinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu fonksiyonel besinlerden bazıları nar, çilek ve fındıktır. Bu besinlerde bulunan ellagitanninler ve ellagik asit gibi polifenollerden bağırsaklarda doğal bir bileşik olan Urolithin A üretimi gerçekleşir. Urolithin A, ellagitanninlerin bağırsak bakterileri tarafından dönüştürülmesinden üretilen metabolit bileşiktir. Urolithin A araştırmalarındaki son gelişmeler, Urolithin A uygulamasının beyin,

yağ, kalp ve karaciğer dokuları dahil olmak üzere çeşitli dokulardaki inflamasyonu azalttığını ve Alzheimer hastalığının, tip 2 diyabetin ve non-alkolik yağlı karaciğer hastalığının başlamasının potansiyel olarak geciktirilmesine veya önlenmesine yardımcı olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmalar Urolithin A takviyesinin insanlarda beyin, eklemler ve diğer organları etkileyen yaşlanma ve yaşa bağlı koşullara karşı koruyucu olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda bu derlemede sağlıklı yaşlanmayı teşvik etmek için yaşlanma sırasında mitokondriyal işlevi ve organizma sağlığını iyileştirmek için insanlarda bir beslenme müdahalesi olarak Urolithin A takviyesinin önemi araştırılmıştır.

### Extended Abstract

The proportion of the elderly population in the world is increasing every year. As accepted by the World Health Organization (WHO), early old age between the ages of 65-75, middle age between the ages of 75-85, and advanced old age after 85 years (1). According to the United Nations world population estimates, the world population for 2022 is estimated to be 7 billion 975 million 105 thousand 156 people, while the elderly population is 782 million 998 thousand 642 people. According to these estimates, 9.8% of the world's population was composed of the elderly population. The top three countries with the highest proportion of elderly population were Japan with 29.9%, Italy with 24.1% and Finland with 23.3%. Turkey ranked 66th among 184 countries. While the rate of population aged 65 and over was 9.9% in 2022, it is expected to increase to 11.0% in 2025 (2). Aging is chronological, biological, characteristic, psychological, socio-cultural, economic and social classified by different sizes.

Today, parallel to the increase in the elderly population, increasing diseases related to aging have become a serious public health problem. Improving the life expectancy and quality of life of the aging population is the main aim of current studies (3). With the increase in preventive health services in recent years, the average life expectancy in the elderly and the prevalence of neurodegenerative diseases have increased accordingly. Neurodegenerative diseases are incurable and debilitating conditions that result in progressive degeneration and/or death of nerve cells. Dementias are the most common of the neurodegenerative diseases and represent approximately 60-70% of Alzheimer's dementia cases (4). The worldwide prevalence of dementia is around 50 million. According to the 2015 World Alzheimer's Report, the odds of developing some form of dementia in an older adult rises from 2-4% at age 65 to 15% at age

80. As the population ages, current estimates predict more than 130 million cases by 2050 (5). According to Turkey's death and cause of death statistics, the number of elderly people who lost their lives due to Alzheimer's disease increased from 13 thousand 642 in 2017 to 12 thousand 239 in 2021 (2).

With advancing age, many physiological changes occur in the organism and the risk of non-communicable diseases such as heart and respiratory diseases, cancer and diabetes increases. Due to inflammation, metabolic syndrome and cardiovascular diseases are frequently seen in the elderly (6). Chronic diseases, which have been reported as a serious health problem in the 21st century by the United Nations and the World Health Organization, are considered among the important causes of death all over the world. It is estimated by the World Health Organization that 75% of deaths in 2020 will be caused by chronic diseases (1). It has been reported by the Turkish Statistical Institute (2021) that 37.6% of individuals aged 65 and over died due to circulatory system diseases, 15.0% due to respiratory system diseases and 12.0% due to benign or malignant tumors (2).

Improving the life expectancy and quality of life of the aging population is the main objective of current studies. In recent years, human gut microbiota-targeted aging management has been considered as a new approach to health and prevention of aging (7).

Nutrition is the most important factor in providing adequate cognitive and physical functions and minimizing the risks of chronic diseases in elderly individuals. Functional foods have an important place in a healthy and balanced diet and contribute to reducing the risks of diet-related diseases (8). Some of these functional foods are pomegranate, strawberry and hazelnut. Urolithin A, a natural compound, is produced in the intestines from polyphenols such as ellagitannins and ellagic acid found in these foods. Urolithin A is the metabolite compound produced from the conversion of ellagitannins by intestinal bacteria. Urolithin A (UroA) has positive effects on aging and age-related diseases by reducing inflammation, improving mitochondrial function and activating mitophagy (9). Urolithins are produced from foods containing ellagic acid that undergo intestinal microbial transformation, and their concentrations vary between individuals (10). When foods containing ellagic acid (EA) reach the intestine, they are converted to the metabolite UroA and its conjugates. Unlike its parent compound EA, UroA displays anti-inflammatory and anti-angiogenic activities (11). As UroA studies have emerged, researchers have reported that specific gut

metabotypes are associated with the release of specific uroliths, including UroA, iso-UroA, and UroB (12). Metabolically healthy individuals (without metabolic syndrome conditions) secrete higher concentrations of active UroA (13). Based on correlations between metabolites and metabolites, it has been reported that gut microbiota may play a greater role in determining active UroA production (14). It has been stated that *Akkermansia muciniphila* levels are related to UroA levels, but there may be differences in UroA activity depending on the microbiota between individuals (15). Based on this evidence, UroA production and activity can be correlated with gut microbiota and metabotype classification. UroA is capable of conferring various health benefits to the host due to its specific chemical structure acting as an estrogenic agonist identified through ligand chelation; this suggests that UroA modulates endocrine activity (16). In addition, UroA is a human selective aryl hydrocarbon receptor ligand derived from a natural microbiota and is expressed by numerous cells, including aryl hydrocarbon receptors and immune cells (17). As UroA research progresses, the use of UroA therapeutics emerges, emphasizing the importance of the bioavailability and efficacy of this metabolite. UroA has been shown to reach peripheral tissues by both oral administration and injections; however, few studies have linked the actions of UroA to its conjugation with a glucuronide, aglycone, or sulfation (18). Urolithin A has therapeutic potential for various metabolic diseases with its immunomodulatory properties. Recent advances in Urolithin A research report that administration of Urolithin A reduces inflammation in various tissues, including brain, fat, heart, and liver tissues, and potentially helps delay or prevent the onset of Alzheimer's disease, type 2 diabetes mellitus, and non-alcoholic diabetes (19). This review study was prepared to explain the relationship of Urolithin A with diseases frequently seen in old age. It shows that Urolithin A supplementation is protective against aging and age-related conditions in humans that affect the brain, joints, and other organs. This review has been prepared by examining English experiment studies and reviews in Google academic and pubmed.

## GİRİŞ

Yaşlanma ile birlikte organizmada çok sayıda fizyolojik değişiklikler meydana gelir ve kalp ve solunum hastalıkları, kanser, diyabet gibi kronik hastalıkların riski artar. Yaşlanmayla beraber artan inflamasyon, bağışıklık sisteminin zayıflaması, adaptasyon direnci ve stres ile baş etme gücü nedeniyle yaşlı bireyler birçok sorunla karşılaşmaktadır. İnflamasyon nedeniyle metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalıklar yaşlılarda sıklıkla görülmektedir (6). Son yıllarda gut mikrobiyota temelli yaşlanma, sağlıklı ve aktif yaşlanma için yeni bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (7). Fonksiyonel besinler sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli yer teşkil etmekte ve beslenme ilişkili hastalıkların görülme olasılıklarının azalmasında katkıda bulunmaktadır (8). Bu fonksiyonel besinlerden bazıları nar, çilek ve fındıktır. Bu besinlerde bulunan ellagitanninler ve ellagik asit gibi polifenollerden bağırsaklarda doğal bir bileşik olan Urolithin A üretimi gerçekleşir. Urolithin A (UroA), ellagitanninlerin bağırsak bakterileri tarafından dönüştürülmesinden üretilen metabolit bir bileşiktir. Urolithin A'nın inflamasyonu azaltarak, mitokondriyal fonksiyonu iyileştirerek ve mitofajinin aktivasyonu sağlayarak yaşlanma ve yaşa bağlı görülen hastalıklar üzerinde olumlu etkileri olmaktadır (9). Literatürdeki mevcut çalışmalar UroA takviyesinin insanlarda eklem, beyin ve diğer organları etkileyen yaşlanma ve yaşa bağlı gelişen durumlara karşı koruyucu özelliği olduğunu göstermektedir (15, 16, 17). Bu derleme UroA'nın yaşlılıkta sıklıkla görülen hastalıklarla ilgili ilişkisini açıklamak amacıyla hazırlanmıştır.

## Urolithin A

Urolithin A, bir a-benzo-kumarin iskeleti içeren bir kimyasal yapı ile karakterize edilen urolitin ailesine ait metabolik bileşendir. Urolithin (Uro) üretimi, ellagik asidin bağırsak bakterileri tarafından biyo dönüşümü ile gerçekleşir. Çeşitli diyet ürünleri ve doğal polifenoller ellagitanninler (ET'ler) ve ellagik asit (EA) içermektedir. Urolitinler; nar, çilek, ahududu ve ceviz gibi besinlerde bulunan doğal polifenoller ellagitanninlerden ve ellagic

asitten kolonda üretilmektedir (9). Ellagik asit midede serbestçe dolaşmakta ve bir kısmı ince bağırsağa ulaştıktan sonra mikrobiyal dönüşüme uğramaktadır (20). Diyet polifenollerinin düşük biyoyararlanımı nedeniyle, polifenollerin sağlığa olan faydalı etkileri kendilerinden ziyade salınan bağırsak metabolitlerine atfedilmektedir (21). Metabolitlerin etkisi yalnızca uygun mikrobiyomun varlığında gerçekleşmekte ve yaşlanmayla birlikte azalmaktadır (22). Ürolar, ortak bir 6H-dibenzo [b, d]-piran-6-on çekirdeğine sahiptir ve hidrosil gruplarına göre farklılık göstermektedir (9). Ürolitiner emildikten sonra karaciğere ulaşmakta ve çeşitli konjuge formlar vermek üzere faz 2 biyotransformasyona uğramaktadır. Urolithin A için konjuge formlar, UroA-glukuronid ve UroA-aglikonları içermektedir (21). Urolithin A, mitofajiyi ve mitokondriyal işlevi artırarak ve zararlı inflamasyonu azaltarak hücrel sağlığı geliştirmektedir. Birkaç prelinik çalışma UroA'nın kas, beyin, eklemler ve diğer organları etkileyen yaşlanmaya ve yaşa bağlı durumlara karşı nasıl koruduğunu göstermektedir (13, 14). İnsanlarda, kas sisteminde UroA takviyesinin faydaları, yaşlı insanlar üzerinde yapılan son klinik deneylerle desteklenmektedir (23).

### **Urolithin A'nın mitofaji ve mitokondriyal fonksiyonu**

Mitokondriyal disfonksiyon, yaşlanmanın bir özelliği olarak bilinmekte ve karmaşık bir şekilde yaşla birlikte iskelet kasının yapısının değişmesiyle bağlantılı olmaktadır (24). Çalışmalar, bozulmuş mitokondriyal işlevi yürüme hızında yavaşlama, kas yorgunluğu, güç kaybı ve sonuç olarak sarkopeni gelişimi ile ilişkilendirilmektedir (25). Bu nedenle mitokondriyal sağlığı iyileştirmek, kas sağlığını iyileştirmede geçerli bir strateji olmaktadır. Egzersizin mitofajiyi, yani işlevsiz mitokondrilerin uzaklaştırılması ve geri dönüştürülmesini aktive ettiği ve mitokondriyal biyogenezi teşvik ettiği gösterilmiştir (26). Bugüne kadar, beslenme müdahaleleri, protein takviyesi yoluyla anabolik yolları uyarmaya odaklanmıştır. Aynı zamanda yaşlanmaya bağlı mitokondri disfonksiyonunu tersine çevirmek için mitofajiyi uyarmak, yaşa bağlı kas ve hücrel

sağlık düşüşlerini ele almakda yeni bir beslenme yaklaşımını açığa çıkarmıştır (23). Urolithin A uygulamasının klinik öncesi yaşlanma ve hastalık modellerinde mitofaji ve mitokondriyal işlevi indüklediği gösterilmektedir (27).

Urolithin A'nın türler arasında en tutarlı etkisi, hücrelerde, solucanlarda, farelerde ve insanlarda gözlemlenen bir etki olan mitokondriyal sağlığın iyileşmesi olmuştur (28). Bu fayda, mitofaji adı verilen seçici bir otofaji süreci olan işlevsiz mitokondrilerin temizlenmesi ve geri dönüştürülmesiyle sağlanmaktadır. Mitofaji ilerleyen yaşla ve yaşa bağlı görülen bazı hastalıklarda bozulmaktadır. Doğru mitofaji seviyelerini sağlamak, yaşa bağlı gelişen organ işlevlerindeki bozulmayı önlemekte umut verici bir strateji olmaktadır (27). Nematod *Caenorhabditis elegans*'ta UroA mitofaji genlerinin ekspresyonunu ve otofagozom vezikülünü arttırmaktadır (29). Urolithin A ile tedavi edilen C2C12 fare kası miyoblastlarında mitokondrinin mitofaji yoluyla çıkarılmasını teşvik eden sinyaller belirlenmiştir. In vivo olarak, vahşi tip kemirgenlerde ve Duchenne musküler distrofinin (DMD) mdx fare modelinde UroA uygulandıktan sonra kas dokularında yararlı düzeyde ubiquitine ve fosfo-ubiquitine mitokondriyal proteinler gözlenmiştir (27). Urolithin A, Alzheimer hastalığı (AH) fare modelinin nöroblastoma SH-SY5Y hücrelerinde tutarlı bir şekilde, mitofaji faaliyetini arttırdığı belirlenmiştir (30). Mitofaji, hücrel mitokondri havuzunun kalitesini arttırmakta ve yeni organellerin oluşumuyla sıkı bir şekilde bağlantılı olmaktadır. Bu durum mitokondriyal solunum kapasitesinin gelişmesine yol açmaktadır (31). Solucanlarda ve C2C12 fare kas hücrelerinde UroA ile kısa süreli tedavinin mitofajiyi azalttığı belirtilmektedir (27). Aksine, farelerde UroA ile uzun süreli tedavinin kasta ve karaciğerde mitofajiyi arttığı belirtilmektedir (31). Urolithin A'nın ilk başta mitofajiyi aktive ettiği ve daha sonra mitokondriyal biyogenezi desteklediği gösterilmektedir. Çalışmada UroA'nın farelerin kas dokularındaki Kompleks I- ve II-aracılı solunumu arttırdığı görülmüştür (29). İnsanlarda ise UroA'nın mitokondriyal işlevi sistemik olarak iskelet kasında düzenlediği gösterilmektedir. Urolithin A uygulamasıyla

insanda ilk Faz I çalışmasından elde edilen veriler, birkaç plazma açilkarnitininde azalma kasta mitokondriyal gen setlerinin ekspresyonunda artış göstermektedir (32). Özetlemek gerekirse literatürde yer alan mevcut çalışmalar, UroA'nın mitokondriyal işlevinin, özellikle mitofajiye bağlı mekanizmaları teşvik ederek inflamasyon ve yaşlanma üzerinde olumlu etkilerinin olduğu fikrini desteklemektedir.

### Urolithin A 'nın inflamasyona etkisi

Urolithin A'ya maruz kalan prelinik çalışmalar arasında görülen ortak etki, zararlı inflamatuvar yanıtın zayıflaması olmuştur. Bu durum özellikle klinik olarak önemli olmaktadır. Çünkü yaşlanma ve yaşa bağlı gelişen hastalıkların çoğu kronik, düşük dereceli inflamasyon ile ilişkili olmaktadır. Son zamanlarda inflamatuvar yaşlanma olarak adlandırılan bu süreç, yaşa bağlı hücrel ve organizma işlevinde azalma ile sonuçlanmaktadır. Urolithin A'nın anti-inflamatuvar etkisi, ilk kez dekstran sülfat sodyum (DSS) ile indüklenen akut kolit fare modelinin kolonundaki inflamatuvar belirteç siklooksijenaz 2'nin (COX2) mRNA ve protein seviyelerindeki azalma ile rapor edilmiştir (33). Daha ileri çalışmalar, Urolithin A uygulanan akut kolit farelerin hem akut trinitrobenzensülfonik asit (TNBS) kaynaklı hem de kronik proinflamatuvar sitokinler olan interlökin 1 beta (IL-1 $\beta$ ), interlökin 6 (IL-6) ve tümör nekroz faktörü alfa (TNF $\alpha$ ) plazmasında azalma ile sonuçlanmıştır (34). Aynı sitokinlerin, antiinflamatuvar IL-10'da bir artışın da kaydedildiği Uro A ile tedavi edilen streptozotosin ile indüklenen diyabetik farelerin plazmasında da azaldığı gözlenmiştir (30). Yüksek yağlı diyet ile beslenen obez farelerin karaciğerlerinde ve sisplatin kaynaklı nefrotoksik hasara maruz kalan farelerin böbreklerinde IL-1 $\beta$  seviyelerinde, UroA sayesinde bir azalma gözlenmiştir (35). Aynı zamanda nöronal dokularda UroA tedavisinin, AH'nun amiloid öncü protein/presenilin 1 (APP/PS1) fare modelinin beyinlerindeki IL-1 $\beta$ , IL-6 ve TNF $\alpha$  seviyelerini azalttığı görülmüştür (36). Bu çalışmalar, merkezi sinir sisteminden (MSS) hücrel kalıntıları temizlemek ve inflamatuvar yanıtları kontrol etmek adına önemli hücrel olan mikroglialın fagositik aktivitesini teşvik

etmede, UroA 'yı nöroinflamasyona karşı korumada katkıda bulunduğunu ileri sürmüştür (36). Urolithin A 'nın inflamasyon bağlamındaki etki mekanizmasının, dokular arasında ve koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve bunun anlaşılması için daha fazla in vivo araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

### Yaşam süresi

Urolithin A 'nın doğrudan in vivo etkilerini inceleyen ilk çalışmalar yaşlanma üzerine olmuştur. *C.elegans*ların yaşama süreleri üzerindeki etkilerini test eden farklı nar metabolitlerinin karşılaştırılması sonucunda, UroA 'nın yaşam süresini %45 uzattığı, öncül EA'nın ise hiçbir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (27). Erken yaşlanma hastalığı olan Werner sendromunun wrn-1 *C.elegans* modeli üzerinde UroA 'nın yaşlanma karşıtı etkilerinin de olduğu doğrulanmıştır (37). Urolithin A tedavisinin, insan DMD hastalarına benzer olarak kısa yaşam süresi gösteren DMD fare modellerinde hayatta kalma sürelerinin ise arttığı belirtilmiştir (29).

### İskelet kası fonksiyonu

Yaşlanmayla birlikte kas kütlelerinde ve gücünde kademeli bir düşüş doğal olsa da, diyet ve egzersiz gibi yaşam tarzı düşüşün gidişatını belirlemektedir. Egzersiz ve sağlıklı beslenme, kas sağlığı ve metabolik hastalıklarda yaşa bağlı düşüşü önlemede ve yönetmede i birincil tedaviler olmaktadır (38). Urolithin A yaşlanmaya bağlı kas ve hücrel sağlık düşüşlerini kontrol altına almada yeni bir beslenme yaklaşımı olmaktadır. Urolithin A 'nın farklı türlerde ve deneysel ortamlarda sağlık süresi belirteçlerini ve iskelet kası işlevini artırdığı gösterilmiştir. Urolithin A ile tedavi edilen *C. elegans*'ta, artan mobilite ve daha yüksek faringeal pompalama oranları sayesinde kas liflerinin bütünlüğünün korunduğu ve UroA'nın yaşa bağlı kas gerilemesini önlediği görülmüştür (27). Urolithin A takviyeleri sonucunda, C57BL/6J fareleri ve Wistar sıçanları dahil olmak üzere genç kemirgenlerde koşma aktivitelerinde artış olduğu belirtilmiştir (39). Orta yaşlı farelere (12 aylık) 16 hafta boyunca oral olarak UroA takviyesi (10 mpk) uygulandığında, iskelet

kasında anjiyogenez belirteçlerinin arttığı gözlenmiştir (40). UroA takviyesinin yaşlı sağlıklı bireylere (n=60) 4 hafta boyunca artan miktarlarla (250 mg, 500 mg, 1000 mg, 2000 mg) uygulandığı bir çalışmada hem plazmada hem de kaslarda biyoyararlı olduğu ayrıca kas işleviyle bağlantılı genleri ve metabolitleri modüle ettiği tespit edilmiştir. UroA takviyesinin, orta yaşlı bireylere 4 ay boyunca 2 dozda (500 mg, 1000 mg) verildiği başka bir çalışmada, UroA alımıyla birlikte bireylerin kas gücünde önemli gelişmeler tespit edilmiştir, ayrıca aerobik dayanıklılık ile fiziksel performans üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. UroA verilmesiyle birlikte plazma asilkarnitin ve C-reaktif protein (CRP) seviyelerinde, önemli ölçüde düşüşler tespit edilmiştir (34).

### **Kardiyovasküler hastalıklar**

Yaşlanma ile kardiyovasküler hastalık (KVH) prevalansında meydana gelen artış sağlığın korunmasını ve devamlılığını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle KVH'larda değiştirilebilir risk etmeni olan beslenmenin düzenlenmesi, yaşlı bireyin yaşam kalitesinin ve süresinin artışı için önemli olmaktadır (41).

Urolithin A 'nın KVH üzerindeki potansiyel faydası, değerlendirilmiş ve UroA 'nın kardiyak iske mi üzerindeki etkilerinin incelendiği iske mi reperfüzyon hasarı modelinde önceden UroA ile tedavi edilen farelerde, kontrol grubuna kıyasla enfarktüs boyutunda azalma olduğu ve ejeksiyon fraksiyonunun kısmen korunduğu saptanmıştır (42). Başka bir araştırmada, UroA uygulaması fareleri aterosklerozdan koruduğu plazma lipid düzeyleri ve aort lezyonlarını azalttığı tespit edilmiştir (43). UroA verilen diyabetik kardiyomyopati fareleri kapsayan bir çalışmada ise tedavi sonucunda farelerde daha iyi miyokardiyal kontraktilite gözlemlendiği bildirilmiştir (44).

### **Alzheimer hastalığı (AH)**

Alzheimer hastalığı henüz nedeni tam aydınlatılamayan şekilde beyin hücrelerinin programlanandan daha erken ölmesi nedeniyle olmaktadır (45). AH, prevalansının dünya çapında artması ve giderek salgın oranlara ulaşması nedeniyle önemli sağlık yüklerinden

biri olarak kabul edilmektedir. AH, yaygınlığı, patogenezinin net bir şekilde anlaşılması ve mevcut terapötik stratejilerin yetersizliği nedeniyle yaşlı sağlığı açısından önemli tehdit oluşturmaktadır. AH, yaşlılarda kalp hastalığı ve kanserden sonra 3. önde gelen mortalite nedeni olurken ve genel popülasyonda ise mortalite nedeni olarak 6. sırada yer almaktadır. Günümüzde AH'dan muzdarip yaklaşık 36 milyon insan bulunmakta ve artan yaşam beklentisi ile birlikte bu sayıların 2030'a kadar 2 katına ve 2050'ye kadar 3 katına ulaşması beklenmektedir (46). Alzheimer hastalığı patolojik olarak, hücre içi nörofibriller yumaklar ve yaşlılık plaklarına katkıda bulunan hücre dışı amiloidal proteinlerin ( $A\beta$ ) birikintileri ile karakterize olmaktadır (47, 48).

Urolithin A'nın nöronlarda toksik agregatlar oluşturan amiloidal protein bir bölünme ürünü olan amiloid beta'yı ( $A\beta$  1 – 42 ) aşırı eksprese eden solucanlardaki uyaranlara yanıt olarak çağrışimsal belleği geliştirdiği ve AH fare modelinde UroA uygulaması ile hipokampusta artan öğrenme, hafızada tutma, nöronal sağkalım ve nörojenez sağladığı belirtilmiştir (37). Alzheimer hastalığı olan fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, farelere UroA ve UroA + yeşil çay ekstresi verildiğinde  $A\beta$ 40 ve  $A\beta$ 42 seviyeleri her iki tedavide de azalma gösterirken; bu azalmanın kombine tedavide daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, UroA 'nın insan  $A\beta$  peptidinin neden olduğu toksisitelere karşı koruyucu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu çalışmada kombine tedavinin daha etkili ve güçlü olduğu bulunmuş ve sonuç olarak kombine tedavinin geç başlangıçlı AH hastalarını tedavi etme konusunda ümit verici olacağı kanısına varılmıştır (49).

Urolithin A, makrofajlarda anti-enflamatuar özellik gösterdiğinden, UroA yaşlı transgenik R1.40 fare hipokampusunda, insan nöroblastoma hücrelerinde ve BV2 fare mikroglial hücrelerinde nöroinflamasyonu inhibe ettiği ve proinflamatuvar sitokinlerden IL-6 ve  $TNF\alpha$  seviyelerini azaltmanın yanı sıra apoptozu inhibe ederek hücre canlılığını arttırdığı belirtilmiştir. Bu nedenle, UroA'nın, nöron hücrelerindeki canlılığı arttırmada nöroinflamasyonu ve

apoptotik yolları azaltarak mikroglialın aşırı aktivasyonunu önlediği gösterilmiştir (50). Aynı zamanda UroA'nın in vivo olarak AH patofizyolojisi sergileyen APP/PS1 transgenik dişi farelerde nöroinflamasyonu azalttığı gözlenmiştir. Spesifik olarak, UroA'nın öğrenme ve hafıza eksikliklerini önlediği; plak üretimini, A $\beta$  seviyelerini ve reaktif gliyozu hafiflettiği belirtilmiştir (36). Urolithin A'nın A $\beta$  seviyelerini azaltmada olası kabiliyeti, mitokondriyal fonksiyona bağlı olarak otofaji mekanizması olacaktır. Aynı zamanda mikroglial ve nöronal hücrelerde, düşük UroA konsantrasyonlarının, otofaji ve SIRT-1'in aktivasyonu yoluyla NF $\kappa$ B asetilasyonunu ve A $\beta$  üretimini inhibe etmede etkili olduğu bulunmuştur (51). Yaşlı fare modellerinin kullanıldığı bir çalışmada oral UroA uygulamasının, hipokampal otofajiyi indüklemenin yanı sıra inflamasyonu baskıladığı ve AH'ı önlediği bildirilmiştir (52).

### Omurga ve eklem bozuklukları

Yaşlanma, intervertebral disklerde ilerleyici hasar ile karakterize bir omurga bozukluğu olan intervertebral disk dejenerasyonu (IDD) için ana risk faktörüdür (53). Disk dokularının bozulması, birçok faktörün etkisi ile doğal yaşlanmanın bir parçası olarak omurgayı etkileyen değişiklikler olarak görülmektedir. Aslında bir hastalık olmamasına rağmen bazı etiyolojik faktörlerin etkisi ile dejeneratif değişikliklerin olumsuz bir şekilde hızlanarak ağrıya sebep olması ve nöral baskı oluşturması yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (54).

Urolithin A takviyesinin disk tahribatını ve intervertebral boşlukta disk daralmasını hafiflettiği, hücre dışı matrisin anahtar molekülleri olan proteoglikan ve kollajen üretimini ise arttırdığı belirtilmiştir (48). Başka bir çalışmada, IDD'den korunmada nükleus pulposus hücrelerinde artmış mitofajinin ve azalmış apoptozun ilişkili olabileceği bildirilmiştir (55). Yavaş kıkırdak dejenerasyonunun neden olduğu yaşa bağlı ve engelleyici bir eklem hastalığı olan bir osteoartrit modelinde, UroA diz eklemi kıkırdak morfolojisini iyileştirmiş ve eklem içi boşluğun daralmasını azaltmıştır (56).

### İnflamatuvar bağırsak hastalıkları

İnflamatuvar barsak hastalıkları (İBH) genetik temelde gelişen idiyopatik, kronik ilerleyen, aktivasyon ve remisyon dönemleriyle karakterize bir hastalıktır. İnflamatuvar barsak hastalıkları; Crohn hastalığı (CH) ve Ülseratif kolit (ÜK) olmak üzere iki major klinik form ile %10 hastada görülen 'indeterminant kolit' ten oluşmaktadır (57).

İnflamatuvar barsak hastalıkları genellikle, sindirim sisteminin kronik inflamasyonuna ve mikrobiyal disbiyozu yol açan işlevsiz bir bağışıklık sistemi neden olmaktadır (58). Urolithin A takviyesinin, kronik DSS ile indüklenen bir İBH modeline karşı koruyucu etkileri olduğu belirtilmiştir. Bu durum da kolon inflamasyon belirteçlerinin seviyelerinin düşmesine ve daha iyi mukozal bütünlüğe yol açmaktadır. Aynı zamanda bu verilerin, DSS ile indüklenen akut kolitin bir sıçan modelinde ve trinitrobenzensülfonik asitin neden olduğu akut kolitin bir fare modelinde UroA'yı destekleyen çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür (34). Bu bulgular, İBH, kolon kanseri ve çölyak hastalığı gibi bariyer disfonksiyonunu içeren diğer durumların tedavisinde de UroA kullanımını desteklemektedir.

### Akut böbrek hasarı

Böbrek perfüzyonunun yeterli olmaması, arterial veya venöz oklüzyon, renal hücre hasarı ve idrar akımının tamamen tıkanması sonucu ortaya çıkan tabloya "akut böbrek hasarı" adı verilmektedir. Akut böbrek hasarının (ABH), prevelansı özellikle hastanede yatan hastalar arasında, önemli bir artış göstermektedir (59).

Oral veya intraperitoneal olarak verilen UroA'nın etkisi, ABH'nın sisplatin tarafından indüklendiği fareleri içeren üç farklı çalışmada test edilmiştir. Protokollerdeki küçük farklılıklara ve grup başına düşen az sayıda hayvan modeline rağmen UroA takviyesinin, histopatoloji ve dolaşımdaki böbrek hasarı belirteçlerinde (kreatinin) bir azalma gösterdiği, sisplatinin neden olduğu tübüler hasarı sürekli olarak azalttığı gözlenmiştir. Aynı zamanda UroA takviyesinin, apoptotik tübüler hücrelerin

sayısını veya böbrekteki apoptoz belirteçlerinin ekspresyonunu (kaspaz-3 aktivitesi) azalttığı tespit edilmiştir. Biyoyararlanımını artırmak adına UroA, nanopartiküller olarak uygulandığında, öldürücü dozda sisplatin alan farelerin sağkalımına yol açtığı gözlenmiştir (35, 60, 61).

### Metabolik bozukluklar

Kardiyovasküler hastalıkların gelişiminde rol alan ve ortak etyopatogenezi paylaştıkları düşünülen çeşitli risk faktörlerinin bir arada bulunması metabolik sendrom olarak adlandırılmaktadır. Metabolik sendromun ana bileşenlerini abdominal obezite, insülin direnci, artmış kan basıncı ve lipid bozuklukları oluşturmaktadır. Bu tabloda insülin direncinin ana rolü olduğu ileri sürülmektedir. İnsülin duyarlılığı, iskelet kası başta olmak üzere insülinin insüline bağlı çeşitli dokulardaki glukoz alımına yanıtını, adipoz dokuda lipolizi ve karaciğerde glukoneogenezi inhibe etme yeterliliğini göstermektedir. Metabolik sendrom prevelansı yaşlanma ve vücut ağırlığı artışıyla birlikte artmakta, aynı zamanda farklı toplumlara göre de değişkenlik göstermektedir (62).

Birkaç in vivo deney, UroA 'nın metabolik dokular üzerindeki rolünü incelemiş ve dislipidemi, obezite ve glikoz intoleransı gibi metabolik işlev bozukluğuna karşı koruyucu etkisinin olduğunu göstermiştir (19, 23, 39). Yüksek yağlı diyet ile indüklenen obez fare modelinde, UroA takviyesinin karaciğerde zayıflatılmış trigliserit birikimini ve toplam kolesterolü, düşük yoğunluklu lipoprotein ve adiponektinin plazma düzeylerini düşürdüğü fakat vücut ağırlığı ve yağ kütlesi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir (19). Yüksek yağlı diyet modelinin kullanıldığı farklı bir çalışmada ise oral gavaj ile UroA tedavisinin adipositleri, yağ kütlesini ve vücut ağırlığını azalttığı gözlenmiştir (39). Urolithin A 'nın obez farelerde vücut ağırlığı değerlerinde tutarsız verilerin elde edilmesi sonucunda, bu noktayı ele alacak farklı dozların ve uygulama yollarının kullanıldığı daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (23). Ayrıca lipitle ilişkili metabolik disfonksiyonlara ek olarak UroA'nın, obez

farelerde ve tip 2 diyabet modelinde glikoz tolerans testi ve plazma insülin seviyeleri ile ölçülen sistemik insülin duyarlılığını iyileştirdiği gözlenmiştir (19).

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu derlemede, gıdadan üretilen bir bileşik olan UroA 'nın sağlık üzerine yararları yaşlanma ve kronik hastalıklarla bağlantılı olarak geniş bir in vivo sağlık modelleri yelpazesinde besinlerden üretilen bileşik UroA 'nın sağlık yararları birçok çalışma ile açıklanmıştır. Daha da önemlisi literatürde, UroA'nın faydalarını gösteren; genç hayvanlarda gelişmiş kas fonksiyonu ve yaşlı farelerde yaşa bağlı kas azalmasının önlenmesinde olduğu gibi, fizyolojik düşüşe karşı koruma sağladığını gösteren çalışmalar da yer almaktadır.

Sağlıklı yaş almayı desteklemek adına, UroA takviyesinin kullanımına karşı gösterilen ilgi, 2 temel faktör tarafından desteklenmektedir. Birincisi, yaşlanma nedeniyle UroA üretmeye yönelik doğal yeteneği azalması; ikincisi, insanların değişken ve yaşlı insan popülasyonunun yalnızca yaklaşık %40'ında gerçekleşen bir süreç olan dönüşümü gerçekleştirmek için spesifik bir bağırsak mikrobiyom bileşimine ihtiyaç olmasıdır. Özellikle, bağırsak disbiyozu, yaşa bağlı gelişen birçok durumun ortak özelliği olmakta ve bu durum, yaşla birlikte bağırsakta UroA üretimini bozabilmektedir. Mekanik olarak, UroA'nın yaşlanma ve yaşa bağlı gelişen hastalıklardaki etkisine mitofajinin aktivasyonu, mitokondriyal fonksiyonun iyileştirilmesi ve büyük olasılıkla mitokondriyal fonksiyon üzerindeki etkisiyle de bağlantılı olan inflamasyonun azaltılması aracılık etmektedir. Bu anlamda UroA 'nın yaşlanma üzerindeki olumlu etkisini gösterecek daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Urolithin A 'nın birçok dokuda yararlı bir rolü olmakla birlikte 'gizli' organ sistemimiz olan bağırsak mikrobiyomumuzla sıkı bir şekilde bağlantılı olmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, UroA dönüşümünden sorumlu bakteri türlerine ışık tutmalı ve UroA ile bağırsak mikroflorası arasındaki çelişkili ilişkiyi



araştırmalıdır. Bu durumun, mikrobiyom-mitokondri ekseninin rolünün ve sağlık yararlarının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Çalışmalar yaşlanma sırasında mitokondriyal işlevi ve organizma sağlığını iyileştirmek adına insanlarda bir beslenme müdahalesi olarak UroA takviyesinin kullanımını desteklemektedir. Sonuç olarak; bu durum, UroA'nın diğer sağlık ve hastalık koşulları üzerindeki terapötik potansiyelini keşfetmek adına daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. World Health Organization (WHO). (2014). *Noncommunicable Diseases Country Profiles 2011*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44704>
2. Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). İstatistiklerle Yaşlılar,2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2021-45636>
3. Öksüzokyar, M. M., Eryiğit, S. Ç., & Öğüt, S. (2016). Biyolojik yaşlanma nedenleri ve etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1). <https://dergipark.org.tr/en/pub/maeusabed/issue/24655/260781?publisher=mehmetakif>
4. Prince, M., Wimo, A., & Prina, M. (2015). *World Alzheimer Report 2015*. London, Alzheimer's Disease International. <https://unilim.hal.science/hal-03495438/document>
5. Patterson, C. (2018). *World alzheimer report*. <https://apo.org.au/node/260056>
6. Kubat Bakır, G., & Akın, S. (2019). Yaşlılıkta kronik hastalıkların yönetimi ile ilişkili faktörler. *Sağlık ve Toplum*, 29(2), 17-25. <http://openaccess.maltepe.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12415/7860>
7. Ling, Z.,Liu, X., & Wu, S. (2022).Gut microbiota and aging. *Crit Rev Food Sci Nutr*,1,1-56. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867054>
8. Öğüt, S., Polat, M., &Orhan, H. (2008). Isparta ve Burdur huzurevlerinde kalan yaşlıların sosyodemografik durumları ve beslenme tercihleri. *Türk Geriatri Dergisi*, 11, 82–87. <https://www.gidadernegi.org/TR/Genel/2409349551d0e.df?DIL=1&BELGEANA=1612&DOSYASIM=240934955.pdf>
9. Espín, J. C., Larrosa, M., & Tomás-Barberán, F. (2013). Biological significance of urolithins, the gut microbial ellagic acid-derived metabolites: the evidence so far. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2013/270418>
10. Cerdá, B., Periago, P., & Tomás-Barberán, F. A. (2005). Identification of urolithin A as a metabolite produced by human colon microflora from ellagic acid and related compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 5571-5576. <https://doi.org/10.1021/jf050384i>
11. Gimenez-Bastida, J.A., Gonzalez-Sarrías, A., & Garcia-Conesa, M. T. (2012). Ellagitannin metabolites, urolithin A glucuronide and its aglycone urolithin A, ameliorate TNF-induced inflammation and associated molecular markers in human aortic endothelial cells. *Molekuler Nutrition & Food Research*, 56, 784-796. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201100677>
12. Cortés-Martín, A., García-Villalba, R., & Espín, J. C. (2018). The gut microbiota urolithin metabolites revisited: the human metabolism of ellagic acid is mainly determined by aging. *Food & Function*, 9(8), 4100-4106. <https://doi.org/10.1039/C8FO00956B>
13. García-Mantrana, I., Calatayud, M., & Collado, M. C. (2019). Urolithin metabolites can determine the modulation of gut microbiota in healthy individuals by tracking walnuts consumption over three days. *Nutrients*, 11(10), 2483. <https://doi.org/10.3390/nu11102483>

14. Selma, M. V., Beltrán, D., & Tomás-Barberán, F. A. (2014). Description of urolithin production capacity from ellagic acid of two human intestinal *Gordonibacter* species. *Food & Function*, 5(8), 1779-1784. <https://doi.org/10.1039/C4FO00092G>
15. Zhang, X., Zhao, A., & Burton-Freeman, B. M. (2020). Functional deficits in gut microbiome of young and middle-aged adults with prediabetes apparent in metabolizing bioactive (Poly) phenols. *Nutrients*, 12(11), 3595. <https://doi.org/10.3390/nu12113595>
16. Skledar, D. G., Tomašič, T., & Zega, A. (2019). Evaluation of endocrine activities of ellagic acid and urolithins using reporter gene assays. *Chemosphere*, 220, 706-713. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.185>
17. Muku, G. E., Murray, I. A., & Perdew, G. H. (2018). Urolithin A is a dietary microbiota-derived human aryl hydrocarbon receptor antagonist. *Metabolites*, 8(4), 86. <https://doi.org/10.3390/metabo8040086>
18. Ávila-Gálvez, M. A., Giménez-Bastida, J. A., & Espín, J. C. (2019). Tissue deconjugation of urolithin A glucuronide to free urolithin A in systemic inflammation. *Food & Function*, 10(6), 3135-3141. <https://doi.org/10.1039/C9FO00298G>
19. Toney, A. M., Fan, R., & Chung, S. (2019). Urolithin A, a gut metabolite, improves insulin sensitivity through augmentation of mitochondrial function and biogenesis. *Obesity*, 27(4), 612-620. <https://doi.org/10.1002/oby.22404>
20. Kang, I., Buckner, T., & Chung, S. (2016). Improvements in metabolic health with consumption of ellagic acid and subsequent conversion into urolithins: evidence and mechanisms. *Advances in Nutrition*, 7(5), 961-972. <https://advances.nutrition.org/>
21. Cerdá, B., Espín, J. C., & Tomás-Barberán, F. A. (2004). The potent in vitro antioxidant ellagitannins from pomegranate juice are metabolised into bioavailable but poor antioxidant hydroxy-6H-dibenzopyran-6-one derivatives by the colonic microflora of healthy humans. *European Journal of Nutrition*, 43(4), 205-220. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-004-0461-7>
22. García-Villalba, R., Beltrán, D., & Tomás-Barberán, F. A. (2013). Time course production of urolithins from ellagic acid by human gut microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(37), 8797-8806. <https://doi.org/10.1021/jf402498b>
23. D'Amico, D., Andreux, P. A., & Auwerx, J. (2021). Impact of the natural compound urolithin A on health, disease, and aging. *Trends in Molecular Medicine*, 27(7), 687-699. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2021.04.009>
24. López-Otín, C., Blasco, M. A., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, 153(6), 1194-1217. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>
25. Santanasto, A. J., Coen, P. M., & Newman, A. B. (2016). The relationship between mitochondrial function and walking performance in older adults with a wide range of physical function. *Experimental Gerontology*, 81, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.04.002>
26. Balan, E., Schwalm, C., & Deldicque, L. (2019). Regular endurance exercise promotes fission, mitophagy, and oxidativ phosphorylation in human skeletal muscle independently of age. *Frontiers in Physiology*, 10, 1088. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01088>
27. Ryu, D., Mouchiroud, L., & Auwerx, J. (2016). Urolithin A induces mitophagy and prolongs lifespan in *C. elegans* and increases muscle function in rodents. *Nature Medicine*, 22(8), 879-888. <https://www.nature.com/articles/nm.4132>
28. Palikaras, K., Lionaki, E., & Tavernarakis, N. (2018). Mechanisms of mitophagy in cellular homeostasis, physiology and pathology. *Nature Cell Biology*, 20(9), 1013-1022. <https://www.nature.com/articles/s41556-018-0176-2>

29. Luan, P., D'Amico, D., & Auwerx, J. (2021). Urolithin A improves muscle function by inducing mitophagy in muscular dystrophy. *Science Translational Medicine*, 13(588). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abb0319>
30. Tuohetaerbaike, B., Zhang, Y., & Li, X. (2020). Pancreas protective effects of Urolithin A on type 2 diabetic mice induced by high fat and streptozotocin via regulating autophagy and AKT/mTOR signaling pathway. *Journal of Ethnopharmacology*, 250, 112479. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112479>
31. Ploumi, C., Daskalaki, I., & Tavernarakis, N. (2017). Mitochondrial biogenesis and clearance: a balancing act. *The FEBS Journal*, 284(2), 183-195. <https://doi.org/10.1111/febs.13820>
32. Andreux, P. A., Blanco-Bose, W., & Rinsch, C. (2019). The mitophagy activator urolithin A is safe and induces a molecular signature of improved mitochondrial and cellular health humans. *Nature Metabolism*, 1(6), 595-603. <https://www.nature.com/articles/s42255-019-0073-4>
33. Franceschi, C., Garagnani, P., & Santoro, A. (2018). Inflammaging: a new immune-metabolic viewpoint for age-related diseases. *Nature Reviews Endocrinology*, 14(10), 576-590. <https://www.nature.com/articles/s41574-018-0059-4>
34. Singh, A., Andreux, P., & Rinsch, C. (2017). Orally administered urolithin A is safe and modulates muscle and mitochondrial biomarkers in elderly. *Innovation in Aging*, 1(suppl\_1), 1223-1224. <https://doi.org/10.1093/geroni/igx004.4446>
35. Guada, M., Ganugula, R., & Kumar, M. N. R. (2017). Urolithin A mitigates cisplatin-induced nephrotoxicity by inhibiting renal inflammation and apoptosis in an experimental rat model. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 363(1), 58-65. <https://doi.org/10.1124/jpet.117.242420>
36. Gong, Z., Huang, J., & Xuan, A. (2019). Urolithin A attenuates memory impairment and neuroinflammation in APP/PS1 mice. *Journal of Neuroinflammation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12974-019-1450-3>
37. Fang, E. F., Hou, Y., & Bohr, V. A. (2019). Mitophagy inhibits amyloid- $\beta$  and tau pathology and reverses cognitive deficits in models of Alzheimer's disease. *Nature Neuroscience*, 22(3), 401-412. <https://www.nature.com/articles/s41593-018-0332-9>
38. Di Lorito, C., Long, A., & Van der Wardt, V. (2021). Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 29-47. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.003>
39. Xia, B., Shi, X. C., & Wu, J. W. (2020). Urolithin A exerts antiobesity effects through enhancing adipose tissue thermogenesis in mice. *PLoS Biology*, 18(3), e3000688. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000688>
40. Ghosh, N., Das, A., & Sen, C. K. (2020). Urolithin A augments angiogenic pathways in skeletal muscle by bolstering NAD<sup>+</sup> and SIRT1. *Scientific Reports*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76564-7>
41. Çiftçi, S., & Rakıcioğlu, N. (2019). Yaşlılarda Kardiyovasküler Hastalıklar ve Beslenme Etmenleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(1), 82-90. <https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1204>
42. Tang, L., Mo, Y., & Chen, A. (2017). Urolithin A alleviates myocardial ischemia/reperfusion injury via PI3K/Akt pathway. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 486(3), 774-780. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2017.03.119>
43. Cui, G. H., Chen, W. Q., & Shen, Z. Y. (2018). Urolithin A shows anti-atherosclerotic activity via activation of class B scavenger receptor and activation of Nef2 signaling pathway. *Pharmacological Reports*, 70(3), 519-524. <https://link.springer.com/article/10.1016/j.pharep.2017.04.020>

44. Savi, M., Bocchi, L., & Del Rio, D. (2017). In vivo administration of urolithin A and B prevents the occurrence of cardiac dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cardiovascular Diabetology*, 16(1), 1-13. <https://cardiab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12933-017-0561-3>
45. Kumar, A., & Singh, A. (2015) A review on Alzheimer's disease pathophysiology and its management: an update. *Pharmacol Reports*, 67,195-203. <https://doi.org/10.1016/j.pharep.2014.09.004>
46. Niu, H., Álvarez-Álvarez, I., & Aguinaga-Ontoso, I. (2017). Prevalence and incidence of Alzheimer's disease in Europe: A meta-analysis. *Neurología (English Edition)*, 32(8), 523-532. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2016.02.009>
47. Wan, YW., Al-Ouran, R., & Allison, K. (2020) Meta-analysis of the Alzheimer's disease human brain transcriptome and functional dissection in mouse models. *Cell Reports*, 32,107908. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2020.107908>
48. Liu, H., Kang, H., & Li, F. (2018). Urolithin A inhibits the catabolic effect of TNF $\alpha$  on nucleus pulposus cell and alleviates intervertebral disc degeneration in vivo. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 1043. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01043>
49. Kshirsagar, S., Alvir, R. V., & Reddy, P. H. (2022). A Combination Therapy of Urolithin A+ EGCG Has Stronger Protective Effects than Single Drug Urolithin A in a Humanized Amyloid Beta Knockin Mice for Late-Onset Alzheimer's Disease. *Cells*, 11(17), 2660. <https://doi.org/10.3390/cells11172660>
50. DaSilva, N. A., Nahar, P. P., & Seeram, N. P. (2019). Pomegranate ellagitannin-gut microbial-derived metabolites, urolithins, inhibit neuroinflammation in vitro. *Nutritional Neuroscience*, 22(3), 185-195. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1360558>
51. Velagapudi, R., Lepiarz, I., & Olajide, O. A. (2019). Induction of autophagy and activation of SIRT-1 deacetylation mechanisms mediate neuroprotection by the pomegranate metabolite urolithin A in BV2 microglia and differentiated 3D human neural progenitor cells. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(10), 1801237. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801237>
52. Chen, P., Chen, F., & Zhou, B. (2019). Activation of the miR-34a-mediated SIRT1/mTOR signaling pathway by urolithin A attenuates D-galactose-induced brain aging in mice. *Neurotherapeutics*, 16(4), 1269-1282. <https://doi.org/10.1007/s13311-019-00753-0>
53. Vergroesen, P. P., Kingma, I., & Smit, T. H. (2015). Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: a vicious circle. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(7), 1057-1070. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.03.028>
54. Adams MA, Roughley PJ. (2006): What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(18),2151-2161. [https://journals.lww.com/spinejournal/abstract/2006/08150/what\\_is\\_intervertebral\\_disc\\_degeneration\\_and\\_what.24.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/abstract/2006/08150/what_is_intervertebral_disc_degeneration_and_what.24.aspx)
55. Lin, J., Zhuge, J., & Wang, X. (2020). Urolithin A-induced mitophagy suppresses apoptosis and attenuates intervertebral disc degeneration via the AMPK signaling pathway. *Free Radical Biology and Medicine*, 150, 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.02.024>
56. Fu, X., Gong, L. F., & Yu, K. H. (2019). Urolithin A targets the PI3K/Akt/NF- $\kappa$ B pathways and prevents IL-1 $\beta$ -induced inflammatory response in human osteoarthritis: in vitro and in vivo studies. *Food & Function*, 10(9), 6135-6146. <https://doi.org/10.1039/C9FO01332F>
57. Koçhan, K., Erdem, E., & Gönen, C. (2014). İnflamatuvar barsak hastalıklarının aktivite tayininde endoskopik aktivite indeksleri ile laboratuvar parametreleri arasındaki ilişki. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 13(3), 101-106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/agd/issue/1447/17446>

58. Sairenji, T., Collins, K. L., & Evans, D. V. (2017). An update on inflammatory bowel disease. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 44(4), 673-692. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2017.07.010>
59. Bouchard, J., Acharya, A., & Mehta, R. L. (2015). A prospective international multicenter study of AKI in the intensive care unit. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 10(8), 1324-1331. <http://cjasn.asnjournals.org/lookup/suppl/doi:10.2215/CJN.04360514/-/DCSupplemental>
60. Zou, D., Ganugula, R., & Kumar, M. R. (2019). Oral delivery of nanoparticle urolithin A normalizes cellular stress and improves survival in mouse model of cisplatin-induced AKI. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 317(5), F1255-F1264. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00346.2019>
61. Jing, T., Liao, J., & Pan, H. (2019). Protective effect of urolithin a on cisplatin-induced nephrotoxicity in mice via modulation of inflammation and oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology*, 129, 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.031>
62. Oğuz, A. (2008). Metabolik sendrom. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 18(2), 57-61. <http://metsend.org/upload/26199-metaboliksendromtedavipdf.pdf>

*“This page is left blank for typesetting.”*

*Bu sayfa dizgiden dolayı boş bırakılmıştır.*

*Review / Derleme*

# Dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol üzerindeki etkisi

## *Effect of resistant starch on glycemic index and glycemic control*

Esila Bayar  <sup>1\*</sup>Suphiye Mine Yurttagül  <sup>2</sup>

1 İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

2 Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gaziantep, Türkiye.

### Article info

#### Keywords:

Resistant starch, glycemic index, glycemic control, prebiotic

#### Anahtar Kelimeler:

Dirençli nişasta, glisemik indeks, glisemik kontrol, prebiyotik

Received: 25.09.2023

Accepted: 20.11.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2298

Bayar & Yurttagül; Dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol üzerindeki etkisi

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

#### Corresponding Author(s):

\* Esila Bayar, [esilabayar@gmail.com](mailto:esilabayar@gmail.com)

### Özet

İnsan sağlığını geliştirici olarak çeşitli besin bileşenlerinin kullanılması ve besinlerin fonksiyonel hale getirilmesi üzerine çeşitli araştırmalar yapılmakta ve ürünler geliştirilmektedir. Sağlık bilincine sahip tüketicilerin de bu ürünleri talep ettiği bilinmektedir. Bu bağlamda ilgi gören dirençli nişasta ise diyet posası türlerinden olup diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıkların riskini potansiyel olarak azalttığı ve glisemik olmadığı düşünülmektedir. Beş tür dirençli nişasta bulunmakla birlikte dirençli nişasta türlerinin bazıları besinlerde doğal olarak bulunurken bazıları da besinlere eklenebilmektedir. Dirençli nişasta tüketiminin glisemik kontrol üzerinde yararlı etkilerinin olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Dirençli nişastanın glisemik indeks, glisemik yanıt ve glisemik kontrol üzerindeki etkilerine yönelik ulusal ve uluslararası literatürde yer alan ve büyük çoğunluğu son yedi yıl kapsamında olmakla birlikte güncelliğini koruyan çalışmalar incelendiğinde; dirençli nişastanın glisemik ve insülinemik yanıtı azaltıcı etkiye sahip olduğu, glisemik kontrolü iyileştirmede ılımlı bir etkisinin olduğu, eklendiği besinlerin düşük glisemik indeksli hale gelmesinde ve posa miktarının artmasında rol aldığı, insülin direncini azaltmada etkili olduğuna yönelik çok çeşitli sonuçlar olduğu gibi, herhangi bir etkinin gözlenmediğine yönelik sonuçların da olduğu görülmektedir. Bu derleme yazıda, dirençli nişastanın



glisemik indeks ve glisemik kontrol üzerindeki etkilerine dair görüş ve bilgilere yer vermek, sağlıklı iyileştirici ve geliştirici bir unsur olarak dirençli nişastanın rolünü değerlendirmek amaçlanmaktadır.

### Extended Abstract

The contemporary pursuit of health-conscious dietary choices has spurred a growing demand for functional foods enriched with nutritional and health-promoting attributes. The food industry, in response, is increasingly dedicated to the development of innovative products aligned with health objectives (1). Resistant starch (RS), an emerging ingredient, has garnered substantial attention due to its potential in the production of health-oriented commercial foods (2). Over the years, the market has witnessed the introduction of commercial foods fortified with type 2 and type 3 resistant starch, followed by the emergence of cost-effective type 4 resistant starch ingredients for dietary fiber supplementation (3). No suggestions have been made for daily intake of resistant starch or for the resistant starch content of products on the food industry. The variation of resistant starch throughout cooking, cooling and ripening conditions is known as one of the reasons for this situation. In developing countries, resistant starch intake is known to vary between 30-40 grams per day, but it also depends on other factors of the daily pattern of nutrition, such as the food groups of choice (4). The evolving concept of prebiotics, substances selectively beneficial to host microorganisms conferring health advantages, has propelled the spotlight onto resistant starch. With its recognition, RS has emerged as a non-glycemic source of dietary fiber that could potentially mitigate diet-related non-communicable diseases, including obesity, diabetes, cardiovascular disease, metabolic syndrome, and colon cancer (5). The realm of beneficial applications for enzyme-resistant starch extends beyond its nutritional value, encompassing domains like diabetes, obesity, colon cancer, immune system disorders, diverse cancer types, and cardiovascular ailments. In 2011, the European Food Safety Authority (EFSA) validated health claims for RS, endorsing specific proportions of enzyme-resistant starch in carbohydrate-rich bakery products for the regulation of postprandial blood glucose and insulin levels (6). Functional foods, proposed as adjunctive aids for enhancing glycemic control in type 2 diabetes, hold potential to alleviate the significant economic burden associated with this disease, which has been estimated as 825 billion \$ in related health services as of 2014 (7). The EFSA's assertion that substituting digestible starch with resistant starch can attenuate postprandial blood glucose fluctuations and the U.S. Food and

Drug Administration's (FDA) assertion of reduced type 2 diabetes risk with high amylose, corn-derived RS further underscore the promising prospects of RS consumption (8). Strong corroboration exists between RS consumption and favorable outcomes on gut health, inflammatory markers, insulin response, and lipid metabolism (9). The taxonomy of RS comprises distinct categories each characterized by unique physicochemical attributes. Type 1 RS, physically shielded from digestion by binding to fibrous cell walls or residing within protein matrices and thick cell walls, is commonly found in partially or fully milled rice, cereals, and legumes (5,10,11). Type 2 RS, organized in a tightly packed radial configuration within raw starch granules, evades gelatinization and digestion due to its inaccessible granular structure. In the natural crystal forms B and C, this variant exhibits a relatively dehydrated compact crystal structure and is prevalent in high-amylose cereals, raw potatoes, green bananas, and select legumes (5,8,10,11). Type 3 RS emerges through the cooking and subsequent cooling of starch-rich foods, leading to gelatinization. Culinary examples rich in type 3 resistant starch encompass cooked and cooled potatoes, rice, pasta, bread, and specific maize varieties (12). Additionally, triticale, rye, buckwheat, chickpeas, kidney beans, peas, broad beans, and lentils constitute natural sources of type 3 RS (13). Type 4 RS entails modified molecular structures, augmenting its resistance to amylase. This variant undergoes chemical or enzymatic modifications, often incorporating external additives like lipids, sugar alcohols, and sugars, resulting in cross-links and novel chemical bonds through processes like substitution, esterification, or cross-linking. Type 5 RS represents an emerging category forming amylose and lipid complexes, along with thermostable starch-lipid complexes during gelatinization. Typically derived from high-amylose starch cereals, type 5 RS holds considerable potential (5,10,11). The physiological impact of RS's digestion rate is well-established, particularly due to its role in reducing postprandial glycemic responses in diverse populations; including healthy, overweight or obese adults, as well as those at risk for type 2 diabetes. Consequently, the substitution of digestible starch with RS yields beneficial glycemic effects among both healthy individuals and those with prediabetes (14). Glycemic variability entails acute glycemic fluctuations linked to oxidative stress-induced cellular damage. The crucial role of dietary carbohydrate quality in stabilizing glucose absorption and modulating postprandial glycemic responses is recognized (15). Research suggests that substituting dietary carbohydrates with specific fiber types like RS in food formulations reduces postprandial blood glucose levels. This effect is notable when RS replaces refined wheat flour in product compositions,



indicating potential for lowering blood glucose levels (16). Similarly, the moderated digestion and absorption resulting from consumption of RS-rich rice-based foods are proposed to regulate type 2 diabetes by attenuating postprandial glucose and insulin responses (17). High-amylose corn-derived type 2 RS has shown efficacy in reducing glycemic response, including postprandial glucose and insulin levels (8). Empirical investigations have yielded diverse outcomes pertaining to the impact of RS. Investigations have generally focused on glycemic control and glycemic variability, glycemic and insulinemic response, glycemic index and glycemic load, but they have also focused on factors such as insulin resistance, serum lipoproteins, HbA1c and inflammatory markers. Evidentiary support suggests that RS contributes to the reduction of postprandial blood glucose and insulin responses, fostering enhanced glycemic control, while also facilitating the transformation of foods into low glycemic index products. Moreover, it stimulates fermentation processes, exerts appetite-suppressing effects, and engenders diminished desires to consume; resulting in reduction in inflammatory markers. However, it is pertinent to acknowledge studies wherein no discernible effects were observed. RS's potential as a functional element for disease prevention, treatment, and enhancing well-being in healthy individuals is notable. This review article is devoted to accentuating the impact of RS on glycemic index and glycemic control, meticulously scrutinizing relevant national and international literature, mainly spanning the preceding seven years. This review article is also devoted to evaluating the role of resistant starch as a health-promoting and health-enhancing factor in the context of glycemic index and glycemic control.

## GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşam tarzı için kazanılması gereken koruyucu davranışların başında doğru beslenme gelir. Günümüzde sağlık bilincine sahip tüketiciler, beslenmeleri için besleyici ve sağlığı geliştirici özelliklere sahip fonksiyonel besinler talep etmektedir. Besin endüstrisi de sağlığa faydalı, yenilikçi ürünler geliştirmek ile ilgilenmektedir (1). Bu bağlamda, dirençli nişastadan zengin kaynaklar, son zamanlarda ticari besinlerin üretiminde ilgi görmüştür (2)

ve yıllar içinde tip 2 ve tip 3 dirençli nişasta ile formüle edilmiş ticari besinler pazarlanmıştır. Daha yakın zamanlarda, diyet posası takviyesi için uygun maliyetli çözümler sunan tip 4 dirençli nişasta bileşenleri geliştirilmiştir (3). Besin ürünlerine posa eklemek için tip 4 dirençli nişasta kullanılabilir (18). Nişasta, bazı teknik yöntemlerle sindirim enzimlerine dirençli bir biçime dönüştürülebilmekte ve böylece fiziksel olarak ve besleyicilik olarak diyet posası gibi davranması sağlanabilmektedir (1). Diyet posası, Kodeks Alimentarius'a göre "insanların ince bağırsaklarındaki endojen enzimler tarafından hidrolize edilemeyip belirli kategorilere ait olan on veya daha çok monomerik üniteye sahip karbonhidrat polimerleri" olarak ifade edilmektedir (19). Yüksek diyet posası tüketimi, kardiyovasküler hastalıklara ve diyabete ek olarak, bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların meydana gelme riskinde azalma ile de ilişkilendirilmiştir (20,21). Diyet posası; meyveler, sebzeler, kepekli tahıllar, baklagiller ve kuruyemişler gibi besinlerde doğal olarak bulunan mükemmel bir prebiyotik olarak kabul edilmektedir. Yüksek posalı bir diyetin faydalı bakterilerin zenginleştirilmesi ile de pozitif ilişkili olduğu gösterilmiştir (22). Prebiyotik madde, yakın zamanda "sağlık yararı sağlayan konak mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan madde" olarak tanımlanmıştır. Belirli bağırsak mikrobiyota ekosistemleri ile obezite ve tip 2 diyabet (T2D) arasındaki bağlantı nedeniyle probiyotikler ve prebiyotikler son yıllarda büyük ilgi görmüştür (23). Dirençli nişasta da obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom ve kolon kanseri gibi diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan hastalıkların riskini potansiyel olarak azaltabilen, glisemik olmayan, nişasta bazlı bir diyet posası olarak düşünülmektedir (5).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 2011 yılında dirençli nişasta için sağlık beyanlarını onaylamış ve karbonhidrat yönünden zengin fırıncılık ürünlerinde belli oranlarda enzime dirençli nişasta kullanımının tokluk kan şekeri ve insülin düzenlenmesine yardımcı olabileceğine ilişkin olumlu görüş bildirmiştir (6). Tip 2 diyabetin tedavi maliyetinin 2014 yılı itibarıyla, tahmini 825 milyar dolar olduğu ve glisemik

kontrolü iyileştirmek için fonksiyonel besinlerin alınmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir (7). Diyabet morbiditesi epidemi seviyesine ulaşmıştır ve 2019 itibarıyla, dünya çapında 20 ila 79 yaş aralığında 463 milyon yetişkinde diyabet varlığı bildirilmiştir. Diyabeti olan hastalarda kardiyovasküler hastalıkların gelişme riski de daha fazladır. Kardiyovasküler hastalıkların ise dünya genelinde birinci ölüm sebebi olduğu bilinmektedir (24). Diyabet ayrıca böbrek komplikasyonları, sinir hasarı, göz komplikasyonları dahil birçok komplikasyona sebep olmaktadır (25).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından “sindirilebilir nişastanın dirençli nişasta ile değiştirilmesinin, yemekten sonra daha düşük bir kan şekeri artışına neden olduğu” ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından “yüksek amilozlu, mısır kaynaklı dirençli nişastanın tip 2 diyabet riskini azaltabileceği” bildirilmiştir (8). Amerika’da tip 2 ve tip 4 dirençli nişasta, glisemik sağlık üzerindeki fizyolojik yararlarına göre diyet posası olarak onaylanmıştır (14). Dirençli nişasta, mide boşalmasının yavaşlaması, postprandiyal glikoz konsantrasyonlarının düşürülmesi, tokluğun artırılması ve inkretin sekresyonunun iyileştirilmesi dahil olmak üzere diyet posasının fizyolojik etkilerinin çoğuna sahiptir (26). Dirençli nişasta tüketimi ile bağırsak sağlığı, inflamatuvar belirteçler, insülin yanıtı ve lipid metabolizması arasındaki ilişki de iyi belgelenmiştir (9). Aynı zamanda, nişastanın farklı tiplerinin ve dirençli nişastanın, bakteriyel türlerin büyüme yeteneğini etkilediği ve dirençli nişastanın bazı türlerinin bakteriyel kompozisyonu farklılaştırdığı bilinmektedir (27).

### Dirençli Nişasta ve Özellikleri

Nişasta, bitkilerde karbonhidratların başlıca depo formudur ve besinsel özelliği, ince bağırsakta sindirim ve emilim oranı ile ilgilidir. Besinsel özelliklerine göre nişasta “hızlı sindirilebilir nişasta”, “yavaş sindirilebilir nişasta” ve “dirençli nişasta” olarak sınıflandırılmaktadır. Hızlı sindirilebilir nişasta; enzimatik sindirim yoluyla glikoz moleküllerine hızlı bir şekilde dönüştürülen nişasta tipi olarak

tanımlanır. Yavaş sindirilebilir nişasta; enzimatik sindirimden sonra glikoza dönüştürülen bir nişasta tipi olarak tanımlanmaktadır. Dirençli nişasta ise, sağlıklı bireylerin ince bağırsağında hidrolize edilemeyen ancak kolonda fermente edilen nişastadır (28). Hızlı sindirilebilir nişasta, belirli karbonhidratlı yiyeceklerin tüketilmesinin ardından kan şekeri düzeyinde hızlı artış sağlar. Öte yandan, yavaş sindirilebilir nişasta, hızlı sindirilebilir nişastaya kıyasla, yavaş bir glikoz salınımına ve sindirimin ardından kan şekeri düzeyinde kademeli bir artışa neden olur. Son olarak, dirençli nişasta, ince bağırsaktaki enzimatik sindirimden kaçmaktadır ve daha önce de belirtildiği üzere fermentasyon için kolona geçmektedir (29). Hızlı sindirilebilir nişastanın çoğu 20 dakikada sindirilir ve yüksek kalorili olarak kabul edilir; yavaş sindirilebilir nişastanın sindirimi 120 dakika içinde tamamlanır ve kısmen kalorili olarak kabul edilir; sindirilemeyen dirençli nişasta 120 dakikanın ötesinde sindirime dirençlidir ve kalorersiz olarak kabul edilir (5).

Dirençli nişasta, pek çok çalışmada “insan sindirim enzimleri tarafından hidrolize dirençli bir diyet posası türü” olarak tanımlanmıştır. Sindirilemez olduğu için dirençli nişasta kolona ulaşır ve kısa zincirli yağ asitleri üretmek için bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilir. Başka bir deyişle, dirençli nişasta bir tür prebiyotiktir (9) ve mide ve ince bağırsakta sindirime direnebilen, kolona büyük ölçüde sindirilmemiş olarak ulaşan, bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilen bir posa türü olarak düşünülmektedir (15). Aynı zamanda, dirençli nişastanın fermentasyonu ile diyet posasına kıyasen daha fazla bütiratın üretildiği bilinmektedir (9). Dirençli nişastanın yapısı daha çok  $\alpha$ -(1-4) D glukoz ünitelerinin doğrusal parçalarından oluşur (19) ve diğer diyet posa türlerine kıyasla kolonda daha yüksek fermente edilebilirliğe sahiptir. Dirençli nişastanın kimyasal bileşimi nişasta ile aynı olup, amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Ancak dirençli nişastada amilozun konfigürasyonu değişmektedir (28). Nişastanın amiloz-amilopektin oranı ve lipitler ve ikincil metabolitler gibi diğer fitokimyasallarla etkileşimi, dirençli nişastayı etkilemektedir. Bununla birlikte,

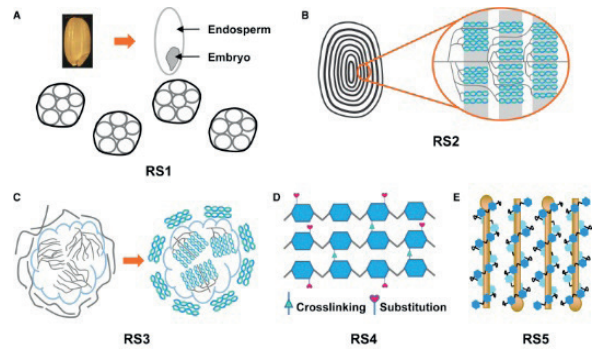
pişirme ve soğutma dahil olmak üzere işleme süreci de dirençli nişastayı etkiler (5). Dirençli nişasta en fazla (%32-36) fasulye türlerinde, en az (%0.1-3.2) ise buğday, pirinç, mısır ve arpa gibi tahıl ürünlerinde bulunur (28). Aynı zamanda yeşil muz gibi olgunlaşmamış meyvelerde de dirençli nişasta bulunmaktadır (19).

Beş tür dirençli nişasta vardır. Tip 1 dirençli nişasta, lifli hücre duvarlarına bağlandığı için sindirime fiziksel olarak erişilemeyen bir dirençli nişasta türü olup protein matrisine veya kalın hücre duvarına fiziksel olarak gömülmüştür ve kısmen veya tamamen öğütülmüş pirinç, tahıllar ve baklagillerde bulunur (5,10,11). Tip 2 dirençli nişasta, ham nişasta granüllerinde radyal bir desende sıkıca paketlenmiş olup jelatinleşmemiş yapıdadır ve granüler yapısının erişilemez oluşu nedeniyle sindirilemez. B ve C doğal kristal yapıları formunda olan tip 2 dirençli nişastanın kristal yapısı nispeten susuz kalmış kompakt bir yapıdadır ve yüksek amilozlu tahıllarda, çığ patates, yeşil muz ve bazı baklagillerde bulunur (5,8,10,11). Tip 3 dirençli nişasta, buharlı nemli ısı ile pişirilen ve ardından jelatinize olan nişastanın soğutulması ile oluşmaktadır. Tip 3 dirençli nişastadan zengin besinler arasında pişmiş ve soğutulmuş patates, pirinç, makarna, ekmek ve bazı mısır türleri yer almaktadır (12). Aynı zamanda tritikale, çavdar, karabuğday, nohut, barbunya, bezelye, bakla ve mercimek gibi besinler de tip 3 dirençli nişastanın doğal kaynakları arasında yer alır (13). Tip 4 dirençli nişastada ise, nişastanın moleküler yapısı değiştirilir, böylece amilaza karşı direnci artar.

Kimyasal veya enzimatik olarak modifiye edilmiştir. Lipitler, şeker alkolü, şekerler gibi dış katkı maddelerinin işlenmiş ürünlerde bulunan çapraz bağları oluşturduğu ve yerine koyma, esterleştirme veya çapraz bağlama yoluyla, yeni kimyasal bağların oluşturulduğu nişastadır. Son olarak tip 5 dirençli nişasta, bir amiloz ve lipit kompleksi oluşturan yeni bir dirençli nişasta türüdür ve jelatinleşme sırasında lipitlerle oluşan termostabil nişasta kompleksleri halindedir. Tip 5 dirençli nişasta genellikle yüksek amilozlu nişasta içeren tahıllardan üretilir (5,10,11).

Dirençli nişastanın fermentasyonundan üretilen bütiratın, kolon hücrelerine enerji sağlama, disbiyozu önleme ve inflamasyonu bastırma gibi etkileri vardır (9). Tablo 1'de dirençli nişastanın çözünürlük, viskozite ve fermente olabilmek yetenekleri yer almaktadır. Benzer şekilde, Şekil 1'de dirençli nişasta türleri, Tablo 2'de ise dirençli nişasta türlerinin tanımı ve besin örnekleri yer almaktadır.

Şekil 1. Dirençli Nişasta Türleri (11).



Tablo 1. Dirençli Nişastanın Çözünürlük, Viskozite ve Fermentasyon Yeteneği (19).

Grup	Sınıf	Ç*	V*	F*
Dirençli nişasta Monomerik birim ≥10	Tip 1 fiziksel olarak erişilemeyen nişasta	-	-	++
	Tip 2 taneli nişasta	-	-	++
	Tip 3 pişirilip soğutulunca retrograde olan nişasta	-	-	++
	Tip 4 kimyasal olarak değiştirilmiş nişasta	-	-	+

\*Ç: Suda Çözünürlük, V: Viskozite, F: Fermentasyon Yeteneği

Diyet posası olarak, dirençli nişasta türlerinden, tip 1, 2, 3 ve 5 besinlerde doğal olarak bulunurken, tip 2, 3 ve 4 besinlere fonksiyonel bir bileşen olarak eklenebilir. Genel ifade ile ekmekler, kahvaltılık gevrekler, atıştırmalık yiyecekler, muzlar, tahıllar, makarna, pirinç, baklagiller ve patatesler dirençli nişasta içerir. Pişirilen ve ardından soğutulan yiyecekler, pişmiş yiyeceklerden daha yüksek miktarda dirençli nişastaya sahiptir. Amiloz konsantrasyonu daha yüksek olan besinler, diğer besinlere kıyasen daha yüksek miktarda dirençli nişasta içerir (30). Dirençli nişasta üzerine yapılan klinik çalışmaların çoğu tip 2 ve tip 3 ile yapılmışken daha az miktarda çalışma da tip 4 dirençli nişasta ile yapılmıştır (16).

“Sindirilebilir nişastanın dirençli nişasta ile değiştirilmesi, yemekten sonra daha düşük kan şekeri artışına neden olur”, “Toplam nişasta içeriğinin en az %14’ü dirençli nişasta olmalıdır” şeklindeki sağlık iddiaları, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından onaylanmıştır. Bu iddialar, tüm kaynaklardan gelen dirençli nişastalar için geçerlidir. Ticari besinlere dirençli nişasta eklenmesi; besinsel faydalar (örn. posa takviyesi, enerji değerini azaltma), fonksiyonel özellikler (örn. dokuyu iyileştirme) ve organoleptik özellikler (örn. gevreklik) sunar. Bu nedenle dirençli nişastalar soluk renk, yumuşak tat, ince parçacık boyutu, yüksek jelatinleşme sıcaklığı, düşük su bağlama ve ekstrüzyon kapasitesi gibi spesifik özelliklerin varlığı nedeniyle işlevsel bileşenlerdir. Bu özellikler, dirençli nişastaların

süt ürünleri, fırıncılık ürünleri ve makarna gibi çeşitli yiyeceklere katılma nedenleridir. Bununla birlikte, dirençli nişastaların türleri ve kaynakları, bitmiş ürünler üzerinde farklı etkilere sahip olduğundan, dirençli nişastalarla ürün geliştirirken dikkatli olunmalıdır. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), “değiştirilmiş tip 4 dirençli nişastanın, fırınlanmış ürünler, makarnalar, tahıllar ve atıştırmalıklar gibi düşük nemli besinlere maksimum %15 seviyesinde eklendiğinde güvenli olacağını” belirtmiştir (14).

Dirençli nişastanın günlük alım önerilerine veya besin piyasasındaki ürünlerin dirençli nişasta içeriğine yönelik herhangi bir öneri yapılmamıştır. Dirençli nişastanın pişirme, soğutulma, olgunlaşma aşamalarında değişkenlik göstermesi, bu durumun sebepleri arasındadır. Örneğin, olgun muz 1,23 g/100 g dirençli nişasta içerirken, yeşil muz 8,5 g/100 g dirençli nişasta içermektedir. Bir başka örnek ise kuru bakliyatların dirençli nişasta miktarının 3,4 g/100 g iken pişirilmesinin ardından 9,1 g/100 g halinde artış göstermesi olarak verilebilir. Gelişmekte olan ülkelerde dirençli nişasta alımının günde 30-40 gram arasında değiştiği bilinmekle beraber, bu durum seçilen besin grupları gibi günlük beslenmenin diğer unsurlarına da bağlıdır (4).

## Dirençli Nişasta ve Etkileri

Dirençli nişastanın sindirim oranının sağlıklı, fazla kilolu veya obez yetişkinlerde ve tip 2 diyabet için risk altındaki popülasyonlarda

**Tablo 2.** Dirençli Nişasta Türlerinin Tanımı ve Besin Örnekleri (28).

Dirençli nişasta türü	Tanımı	Besin örneği
Tip 1 dirençli nişasta	Fiziksel olarak erişilemeyen nişasta	Kaba öğütülmüş tahıl veya tohumlar, baklagiller
Tip 2 dirençli nişasta	B veya C polimorf içeren granüler nişasta	Yüksek amilozlu mısır nişastası, çiğ patates, çiğ muz nişastası
Tip 3 dirençli nişasta	Retrograde nişasta	Pişmiş soğutulmuş gıdalar (patates, makarna, pirinç), mısır gevreği
Tip 4 dirençli nişasta	Kimyasal olarak değiştirilmiş nişasta	Çapraz bağlı nişasta ve oktenil süksinat nişasta
Tip 5 dirençli nişasta	Amiloz-lipid kompleksi	Stearik asit kompleksli yüksek amilozlu nişasta

postprandiyal glisemik yanıtın azaltılması gibi fizyolojik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, sindirilebilir nişastanın dirençli nişasta ile değiştirilmesi, sağlıklı ve diyabet öncesi hastalarda faydalı glisemik etkilere sahiptir (14). Sindirilemeyen karbonhidratın az tüketimi ise, insülin duyarlılığının azalması ve tip 2 diyabet riskinin artmasıyla ilişkilidir (20). Yulaf beta glukani gibi çözünebilir posa, postprandiyal kan şekeri yönetiminde etkilidir ve dirençli nişasta ve benzeri posa kaynaklarının da besin formülasyonlarında karbonhidratların yerini alması, azalmış postprandiyal kan şekeri düzeyi ile sonuçlanmıştır. Postprandiyal kan şekeri düzeyinin kontrolü, diyabet gelişiminde belirleyici olarak kabul edilmektedir (16).

Eşsiz fonksiyonel özelliklere sahip olan dirençli nişasta, kolondaki fermente potansiyelinin ve bakteri aktivitelerinin iyileştirilmesi, kolon kanseri riskinin azaltılması, safra taşı oluşumunun önlenmesi, mineral emiliminin teşvik edilmesi, bağırsak sağlığının iyileştirilmesi gibi pek çok önemli biyolojik etkiye sahiptir. Bu nedenle dirençli nişasta, inflamatuvar bağırsak hastalığı, insülin direnci, tip 2 diyabet, enerji ve ağırlık yönetimi, koroner kalp hastalığı gibi çeşitli durumlar için faydalı, fonksiyonel bir besin olarak tanınmaktadır (11). Dirençli nişastanın mineral teşviki üzerindeki etkisi ise, kolonda dirençli nişastanın fermantasyonu neticesinde oluşan bütirat, propiyonat gibi organik asitlerin lümenin pH'sını düşürmesi, dolayısıyla çözünürlüğün ve kolonda mineral emiliminin artması şeklinde açıklanmaktadır (31). Dirençli nişastanın hem sağlıklı hem de sağlıklı kişilerde yağ asidi metabolizması, iltihap azalması ve glisemik kontrol üzerinde faydalı etkileri gözlenmiştir. Dirençli nişastanın kolonda fermantasyonu sonucunda üretilen kısa zincirli yağ asitlerinin glikoz homeostazını düzenleyebildiği, tokluk seviyelerini yükseltebildiği ve postprandiyal lipit oksidasyonunu artırabildiği bilinmektedir (32). Dirençli nişastanın yavaş sindirilmesi kan glukoz seviyesinin daha iyi kontrol edilmesini sağlar ve depo yağların kullanılmasını artırır. Ayrıca kan şekeri üzerine kontrollü etki göstermesi, açlık hissini baskıladığı için toplam enerji alımının azalmasını sağlar ve ağırlık kontrolüne destek olur. Dirençli nişastanın aynı zamanda pankreas

işlev bozukluğunun iyileştirilmesinde ve LDL-kolesterol konsantrasyonunun düşürülmesinde de rolü vardır (33).

Dirençli nişastanın fermantasyon ürünlerinin çoğu asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitleridir. Bu kısa zincirli yağ asitleri, insülinle ilişkili iki hormonun, glukagon benzeri peptid-1 ve insülin sekresyonunu desteklediği gösterilen peptid YY'nin üretimini uyarabilir. Ek olarak dirençli nişasta tüketiminin, kısa zincirli yağ asitlerinin etkisiyle ektopik vücut yağını azaltarak ve adipogenezi düzenleyerek insülin duyarlılığını artırdığı öne sürülmüştür (7). Dirençli nişastanın gastrointestinal sağlığın korunmasına da önemli katkıda bulunduğu bilinmektedir ve günlük diyet posası alımını artırmak için temel besinlere dirençli nişastanın eklenmesi makul görülmektedir (2).

İngiliz Beslenme Vakfı, "dirençli nişasta tüketiminden sonra iyileştirilmiş glisemik kontrolün, tüm potansiyel sağlık yararları içinde en güçlü bilimsel kanıtlara sahip olduğunu" belirtmiştir. Dirençli nişasta ile ilgili ortaya çıkan araştırma alanları arasında kronik böbrek hastalığı ve nörolojik durum da yer almaktadır. Dirençli nişastanın, diyet posası alımını artırmak ve enerjiyi azaltmak için işlenmiş besinlere eklenebileceği belirtilmiştir. Dirençli nişasta tatsızdır ve rafine buğday ununa benzer bir doku kazandırır, dolayısıyla işlenmiş besinlere eklenmesi duyuşsal nitelikleri ve tüketici kabulünü eksiltmez (34).

### **Dirençli Nişastanın Kan Glikozu Üzerine Etkisi**

Ürün formülasyonlarında rafine buğday ununun yerine dirençli nişasta koyulduğunda postprandiyal kan glikozunun azaltılabileceği düşünülmektedir (16). Benzer şekilde, dirençli nişasta içeriği yüksek olan pirinç bazlı besinlerin tüketiminin ardından, ince bağırsaktaki yavaş sindirim ve emilimin, postprandiyal glikoz ve insülin tepkilerini azaltması gibi sebepler dolayısıyla tip 2 diyabet kontrolünde yardımcı olabileceği düşünülmektedir (17).

Dirençli nişastanın etkisi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar genellikle glisemik kontrol ve glisemik değişkenlik, glisemik ve

insülinemik yanıt, glisemik indeks ve glisemik yük başlıklarına odaklanmakta olup insülin direnci, inflamatuvar belirteçler gibi unsurları değerlendiren çalışmalar da mevcuttur.

Glisemik kontrol ve glisemik değişkenlik üzerine yapılan çalışmalardan birinde; yerli muz nişastasının, sindirilebilir mısır nişastasının ve yüksek amilozlu mısır nişastasının tip 2 diyabetli hastalarda glisemik kontrol ve glisemik değişkenlik üzerindeki etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır ve iyileştirici herhangi bir etki bulunamamıştır (15). 19 randomize kontrollü çalışma üzerinden yapılmış bir sistematik derleme ve meta-analizde ise, dirençli nişastanın glisemik kontrol üzerindeki etkisi çalışılmış ve glisemik kontrolü iyileştirmede dirençli nişastanın ılımlı bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (7). Bu noktada ek çalışmalara ihtiyaç olduğunu söylemek mümkündür.

Glisemik ve insülinemik yanıt üzerine yapılan çalışmalar çoğunluktadır. Mah ve arkadaşları tarafından yapılan, sağlıklı yetişkinlerde standart nişasta yerine tip 4 dirençli nişasta içeren kahvaltılık barların tüketiminin glisemik ve insülinemik yanıtı azaltacağı hipotezini test etmeyi amaçlayan bir çalışmada, postprandiyal kan glikozu kontrolüne ulaşmada tip 4 dirençli nişastanın pratik bir yaklaşım olarak önerilebileceği belirtilmiştir (35). Hughes ve arkadaşları tarafından yapılan, buğdaydan gelen tip 2 dirençli nişastanın glisemik yanıt ve bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, tip 2 dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş buğday tüketiminin postprandiyal glisemide azalmaya, mikrobiyal bileşimde değişime, doğal halde olan buğdaya kıyasla fermantasyon aktivitesinde artışa yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır (8). Stewart ve arkadaşları, tip 4 dirençli nişasta içeren yüksek posa içerikli bir tüketim ile dirençli nişasta içermeyen, düşük posa içerikli bir tüketimin postprandiyal glikoz ve postprandiyal insülin yanıtına, doygunluğa ve gastrointestinal toleransa etkisini araştırmış ve saflaştırılmış buğday unu yerine tip 4 dirençli nişasta ile formüle edilmiş ürünlerin kan glikozunda ve insülin düzeyindeki dalgalanmalarda istatistiksel olarak anlamlı azalmalar sağlayabileceği

sonucuna varmıştır (16). Stewart ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, toplam diyet posası 11,6 g olan dirençli nişasta içeriğinin sağlıklı yetişkinlerde postprandiyal glikozu ve insülin yanıtını belirgin şekilde azalttığı bulunmuştur (34). Steele ve arkadaşları tarafından yapılan, farklı miktarlarda tip 4 dirençli nişasta ve sindirilebilir karbonhidrat içeren barların, glisemik ve insülinemik yanıt üzerindeki etkilerini kıyaslayan bir çalışmada, miktardan bağımsız olarak tip 4 dirençli nişasta içeren barların tüketimini takiben belirgin şekilde daha düşük glisemik ve insülinemik yanıt elde edilmiştir (18). Gourineni ve arkadaşları tarafından da patates kaynaklı tip 4 dirençli nişasta tüketiminin sağlıklı yetişkinlerde glisemik ve insülinemik yanıtta azalmaya yol açtığı bulunmuştur (14). Benzer sonuçlar Steele ve arkadaşları (36) ve Stewart ve arkadaşları tarafından da (16) elde edilmiştir. García-Vázquez ve arkadaşları tarafından dirençli nişastanın glisemik yanıt üzerindeki etkisini inceleyen ve 17 tip 2 diyabetli hasta üzerinden yürütülen bir çalışmada, bireyler 4 gün boyunca yerli muz nişastası, yüksek amilozlu mısır nişastası ve sindirilebilir mısır nişastası tüketmiştir. Yerli muz nişastası; açlık glisemisi, gliseminin pik noktası ve insülinemik yanıtta azalmaya neden olmuştur (37). Wolever ve arkadaşları tarafından yürütülen, tip 4 dirençli buğday nişastası içeren kurabiye ile kontrol kurabiyesini kıyas eden bir çalışmada, eklenen tip 4 dirençli buğday nişastasının postprandiyal glisemik ve insülinemik yanıtı azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (38). Steele ve arkadaşları tarafından yürütülen, yerli buğday nişastası ile tip 4 dirençli nişastanın postprandiyal metabolik yanıtını kıyas etmeyi amaçlayan bir çalışmada, yerli buğday nişastasına kıyasen tip 4 dirençli nişasta içeren besinlerin postprandiyal insülin yanıtını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (36). Bu noktada glisemik ve insülinemik yanıt üzerinde dirençli nişastanın etkilerini değerlendiren araştırmaların, farklı araştırma tasarımlarına sahip olmakla birlikte benzer bir sonuca vardığı, dirençli nişastanın glisemik ve insülinemik yanıtı azaltıcı etkiye sahip olduğu söylenebilmektedir.

Dirençli nişasta eklenmesi ile glisemik indeksin azaldığına dair çalışmalar da mevcuttur. Li ve

arkadaşları tarafından, dirençli nişasta içeren farklı un formülasyonları kullanılarak yapılan tuzlu eriştelere gastrointestinal sistem sağlığına katkıda bulunabilecek, düşük glisemik indeksli eriştelere olduğu sonucuna ulaşılmıştır (2). Candal ve arkadaşları, enzime dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş unun, orta veya düşük glisemik indeksli yiyeceklerin üretiminde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır (1). Tongyu ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, sedanter ve abdominal obezitesi olan 8 bireyin yüksek dozda dirençli nişasta içeren çörek tüketmesinin, glisemik yanıt üzerindeki etkisi araştırılmış ve 30 g dirençli nişasta desteğinin çöreklerdeki glisemik indeksini azalttığı belirtilmiştir (39). Garipoğlu, standart galeta ile dirençli nişasta eklenerek yapılmış galetayı kıyaslamış ve standart galetanın posa miktarının 4,7 gramdan dirençli nişasta eklenerek 17,27 grama çıktığı ve glisemik indeks değerinin 85'ten 60'a düştüğü saptanmıştır (6). Arıbaş da yapmış olduğu çalışmada ekmek ve makarnaya tip 4 dirençli nişasta eklenmesinin, posa içeriğini arttırdığı ve glisemik indeks değerlerini azalttığı sonucuna ulaşmıştır (40). Mohebbi ve arkadaşları tarafından yürütülen, beyaz ekmekte  $\beta$ -glukan ve dirençli nişastanın birleşiminin glisemik indeks ve glisemik yük üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışmada,  $\beta$ -glukan ve dirençli nişasta gibi prebiyotik etkileri olan malzemelerin glisemik indeksi ve glisemik yükü düşürebileceği sonucuna ulaşılmıştır (41). Bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, ürünlere dirençli nişasta eklenmesi durumunda posa miktarının arttığı ve glisemik indeks değerinin azaldığı sonucuna ulaşmak mümkündür.

İnsülin direnci, inflamatuvar belirteçler vb. unsurlar üzerinde dirençli nişastanın etkisini değerlendiren çalışmalara bakıldığında ise, yapılan bir çalışmada dirençli nişasta tüketiminin insülin direncini azaltmada etkili olabileceğinin öne sürüldüğü görülmektedir (23). Peterson ve arkadaşları tarafından, prediyabet tanılı yetişkinlerde tip 2 dirençli nişastanın kardiyometabolik sağlığa etkisi araştırılmış ve 12 haftalık dirençli nişasta desteğinin TNF- $\alpha$  inflamatuvar belirtecinde azalma sağladığı ancak glisemik kontrol ve

diğer kardiyovasküler risk faktörleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (26). Halajzadeh ve arkadaşları tarafından, metabolik sendrom ve ilişkili hastalıkları olan hastalarda glisemik durum, serum lipoproteinleri, inflamatuvar belirteçler üzerinde dirençli nişastanın etkisini değerlendirmeyi amaçlayan bir sistematik derleme ve meta analizde; açlık plazma glukozu, insülin düzeyi, HbA1c, total kolesterol, LDL kolesterol, TNF- $\alpha$  düzeylerinde dirençli nişastanın yararlı etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (42). Pugh ve arkadaşları tarafından, tip 1 dirençli nişasta ile tip 2'den tip 5'e kadar olan dirençli nişasta türlerinin tip 2 diyabetli ve prediyabet bireylerde açlık ve postprandiyal glisemi üzerindeki etkisini kıyaslamayı amaçlayan bir sistematik derleme ve meta analizde, tip 1 ve tip 2 dirençli nişastanın glisemiye farklı biçimlerde etkilediği için farklı mekanizmalarla glukoz homeostazını etkileyebileceği, tip 3, 4 ve 5 için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu, diyet müdahalesi olarak dirençli nişastanın dahil edilmesinin tip 2 diyabet veya prediyabet olanlarda glisemik kontrolün kötüye gitmesini önleyebileceği düşünülmektedir (43). Böylelikle dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol bağlamındaki rolü üzerine çok çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyetle ilişkili bulaşıcı olmayan pek çok kronik hastalık ile ilişkili olan ve toplum sağlığını geliştirici bir unsur olma potansiyeli taşıyan bir besin bileşeni olarak dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol üzerindeki etkisine yönelik çalışmalar, ilgili görüş ve bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, son zamanlarda fonksiyonel besinlere ve bu bağlamda dirençli nişastaya yönelik olan ilginin ve talebin de artmasıyla birlikte önem taşımaktadır. Bir diyet posası ve prebiyotik olarak kabul edilen dirençli nişastanın besinleri zenginleştirmek ve fonksiyonel hale getirmek için kullanılabileceği öne sürülmektedir. Dirençli nişastanın glisemik indeks ve glisemik kontrol bağlamındaki rolünü araştırmak üzere yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda ise dirençli nişastanın glisemik ve insülinemik yanıtın

azaltılması, glisemik kontrolün iyileştirilmesi, besinlerin posa ile zenginleştirilmesi ve düşük glisemik indeksli hale getirilmesi, insülin direncinin azaltılması bağlamında etkin olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Herhangi bir etkinin gözlenmediğini belirten çalışmaların da mevcut olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Dirençli nişastanın fonksiyonel bir bileşen olarak kullanımının ve doğal olarak dirençli nişasta içeren besinlerin yeterli ve dengeli beslenme kapsamına uygun olarak önerilmesinin kronik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde etkili olacağı, sağlığı iyileştirici ve geliştirici etkiler yaratacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda çalışmaların yapılması, daha fazla bilgiye ulaşılması ve literatüre katkı sağlanması önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Candal, C., & Erbas, M. (2019). The effects of different processes on enzyme resistant starch content and glycemic index value of wheat flour and using this flour in biscuit production. *Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4110–4120. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03880-w>.
2. Li, P. H., Wang, C. W., Lu, W. C., Chan, Y. J., & Wang, C. C. R. (2022). Effect of Resistant Starch Sources on the Physical Properties of Dough and on the Eating Quality and Glycemic Index of Salted Noodles. *Foods*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/foods11060814>.
3. Roman, L., & Martinez, M. M. (2019). Structural Basis of Resistant Starch (RS) in Bread: Natural and Commercial Alternatives. *Foods*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/foods8070267>.
4. Lejk, A., Myśliwiec, M., & Myśliwiec, A. (2019). Effect of eating resistant starch on the development of overweight, obesity, and disorders of carbohydrate metabolism in children. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 25(2), 81–84. <https://doi.org/10.5114/pedm.2019.85818>.
5. Parween, S., Anonuevo, J. J., Butardo, V. M., Misra, G., Anacleto, R., Llorente, C., Kosik O., Romero M.V., Bandonil, E.H., Mendioro, M.S., Lovegrove, A., Fernie, A.R., Brotman, Y., Sreenivasulu, N. (2020). Balancing the double-edged sword effect of increased resistant starch content and its impact on rice texture: its genetics and molecular physiological mechanisms. *Plant Biotechnology Journal*, 18(8), 1763–1777. <https://doi.org/10.1111/pbi.13339>.
6. Garipoğlu, G. (2019). Enzime Dirençli Nişasta Kullanarak Fonksiyonel Galeta Geliştirilmesi. *European Journal of Science and Technology*, 375–380. <https://doi.org/10.31590/ejosat.514165>.
7. Xiong, K., Wang, J., Kang, T., Xu, F., & Ma, A. (2021, June 14). Effects of resistant starch on glycaemic control: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S0007114520003700>.
8. Hughes, R. L., Horn, W. H., Finnegan, P., Newman, J. W., Marco, M. L., Keim, N. L., & Kable, M. E. (2021). Resistant starch type 2 from wheat reduces postprandial glycemic response with concurrent alterations in gut microbiota composition. *Nutrients*, 13(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu13020645>.
9. Warman, D. J., Jia, H., & Kato, H. (2022). The Potential Roles of Probiotics, Resistant Starch, and Resistant Proteins in Ameliorating Inflammation during Aging (Inflammaging). *Nutrients*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14040747>.
10. Chen, M. H., Bett-Garber, K., Lea, J., McClung, A., & Bergman, C. (2022). High Resistant Starch Rice: Variation in Starch Related SNPs, and Functional, and Sensory Properties. *Foods*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/foods11010094>.
11. Shen, L., Li, J., & Li, Y. (2022). Resistant starch formation in rice: Genetic regulation and beyond. *Plant Communications*. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2022.100329>.



12. Gropper, S. S., Smith, J. L., & Carr, T. P. (2020). *Advanced Nutrition and Human Metabolism Eight Edition*.
13. Mikulíková, D., & Kraic, J. (2006). Natural sources of health-promoting starch. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45(2), 69–76.
14. Gourineni, V., Stewart, M. L., Wilcox, M. L., & Maki, K. C. (2020). Nutritional Bar with Potato-Based Resistant Starch Attenuated Post-Prandial Glucose and Insulin Response in Healthy Adults. *Foods*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/foods9111679>.
15. Arias-Córdova, Y., Ble-Castillo, J. L., García-Vázquez, C., Olvera-Hernández, V., Ramos-García, M., Navarrete-Cortes, A., Jiménez-Domínguez, G., Juárez-Rojop, I.E., Tovilla-Zarate, C.A, Martinez-Lopez, M.C., & Méndez, J. D. (2021). Resistant starch consumption effects on glycemic control and glycemic variability in patients with type 2 diabetes: A randomized crossover study. *Nutrients*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/nu13114052>.
16. Stewart, M. L., Wilcox, M. L., Bell, M., Buggia, M. A., & Maki, K. C. (2018). Type-4 resistant starch in substitution for available carbohydrate reduces postprandial glycemic response and hunger in acute, randomized, double-blind, controlled study. *Nutrients*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/nu10020129>.
17. Kumar, A., Sahoo, U., Baisakha, B., Okpani, O. A., Ngangkham, U., Parameswaran, C. Basak, N., Kumar, G., & Sharma, S. G. (2018). Resistant starch could be decisive in determining the glycemic index of rice cultivars. *Journal of Cereal Science*, 79, 348–353. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.11.013>.
18. Steele, T. J., Steele, C. C., Maningat, C. C., Seib, P. A., Haub, M. D., & Rosenkranz, S. K. (2022). Glycemic and Insulinemic Responses of Healthy Humans to a Nutrition Bar with or without Added Fibersym® RW, a Cross-Linked Phosphorylated RS4-Type Resistant Wheat Starch. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph192113804>.
19. Karabıyıklı, Ş., & Donat, İ. (2019). Prebiyotik Diyet Liflerinin Kolon Mikrobiyotası ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, (10), 1–15. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jrens/issue/51458/652490>.
20. Weickert, M. O., & Pfeiffer, A. F. H. (2018). Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes. *Journal of Nutrition*, 148(1), 7–12. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx008>.
21. Merenkova, S. P., Zinina, O. V., Stuart, M., Okuskhanova, E. K., & Androsova, N. V. (2020). Effects of dietary fiber on human health: A review. *Human Sport Medicine*, 20(3), 106–113. <https://doi.org/10.14529/HSM200113>.
22. Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J., & Bäckhed, F. (2018). The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host and Microbe*. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012>.
23. Alfa, M. J., Strang, D., Tappia, P. S., Olson, N., DeGagne, P., Bray, D., Murray B., & Hiebert, B. (2017). A randomized placebo controlled clinical trial to determine the impact of digestion resistant starch MSPrebiotic® on glucose, insulin, and insulin resistance in elderly and mid-age adults. *Frontiers in Medicine*, 4(JAN). <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00260>.
24. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. Brussels: International Diabetes Federation. 2019.
25. Avogaro, A., & Fadini, G. P. (2019, September 15). Microvascular complications in diabetes: A growing concern for cardiologists. *International Journal of Cardiology*. Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.02.030>.
26. Peterson, C. M., Beyl, R. A., Marlatt, K. L., Martin, C. K., Aryana, K. J., Marco, M. L., Roy, M., Michael J, K., & Ravussin, E.

- (2018). Effect of 12 wk of resistant starch supplementation on cardiometabolic risk factors in adults with prediabetes: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 108(3), 492–501. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy121>.
27. Karabudak, E., & Demirel, M. D. (2019). Diyetin Mikrobiyotaya Etkisi ve Obeziteye Yansımaları. *Acibadem Universitesi Saglik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.31067/0.2019.101>.
28. Tekin, T., & Fisunoğlu, M. (2020). Effect of Resistant Starch on Inflammatory Bowel Diseases and Microbiota. *Journal of Traditional Medical Complementary Therapies*, 3(1), 99–106. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2019-72218>.
29. Tuaño, A. P. P., Barcellano, E. C. G., & Rodriguez, M. S. (2021). Resistant starch levels and in vitro starch digestibility of selected cooked Philippine brown and milled rices varying in apparent amylose content and glycemic index. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100010>.
30. Patterson, M. A., Maiya, M., & Stewart, M. L. (2020). Resistant Starch Content in Foods Commonly Consumed in the United States: A Narrative Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 120(2), 230–244. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.10.019>.
31. Zafar, T. A., Martin, B., & Weaver, C. M. (2010). Resistant Starches (RS2 and RS3) have Variable Effects on Bone Mineral Status in Rats. *The Open Nutrition Journal*, 3(1), 17–22. <https://doi.org/10.2174/187428820090301001Z>.
32. Noor, N., Gani, A., Jhan, F., Jenno, J. L. H., & Arif Dar, M. (2021). Resistant starch type 2 from lotus stem: Ultrasonic effect on physical and nutraceutical properties. *Ultrasonics Sonochemistry*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105655>.
33. Wang, Y., Chen, J., Song, Y. H., Zhao, R., Xia, L., Chen, Y., Cui, Y., Rao, Z., Zhou, Y., Zhuang W., & Wu, X. T. (2019). Effects of the resistant starch on glucose, insulin, insulin resistance, and lipid parameters in overweight or obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition and Diabetes*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41387-019-0086-9>.
34. Stewart, M. L., & Zimmer, J. P. (2018). Postprandial glucose and insulin response to a high-fiber muffin top containing resistant starch type 4 in healthy adults: a double-blind, randomized, controlled trial. *Nutrition*, 53, 59–63. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.01.002>.
35. Mah, E., Garcia-Campayo, V., & Liska, D. A. (2018). Substitution of corn starch with resistant starch type 4 in a breakfast bar decreases postprandial glucose and insulin responses: A randomized, controlled, crossover study. *Current Developments in Nutrition*, 2(10), 1–6. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzy066>.
36. Steele, T. J., Maningat, C. C., Seib, P. A., Haub, M. D., & Rosenkranz, S. K. (2021). Metabolic Responses to Native Wheat Starch (MidsolTM50) versus Resistant Wheat Starch Type 4 (Fibersym®RW): Standard versus Marketplace Testing Protocols. *Current Developments in Nutrition*, 5(3). <https://doi.org/10.1093/cdn/nzab011>.
37. García-Vázquez, C., Ble-Castillo, J. L., Arias-Córdova, Y., Ramos-García, M., Olvera-Hernández, V., Guzmán-Priego, C. G., Martínez-López, MC., Jiménez-Domínguez, G., & Hernández-Becerra, J. A. (2023). Effects of resistant starch on glycemic response, postprandial lipemia and appetite in subjects with type 2 diabetes. *European Journal of Nutrition*, 62(5), 2269–2278. <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03154-4>.
38. Wolever, T. M. S., Maningat, C. C., Seib, P. A., Campbell, J. E., & Jenkins, A. L. (2023). Cross-linked phosphorylated RS4 wheat starch reduces glucose and insulin responses after 3 days of pre-feeding in healthy adults: an acute, double-blind, randomized controlled clinical trial. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 74(5), 621–629.

<https://doi.org/10.1080/09637486.2023.2236809>.

39. Tongyu, M., & Chong-Do, L. (2021). Effect of High Dose Resistant Starch on Human Glycemic Response. *Journal of Nutritional Medicine and Diet Care*, 7(1). <https://doi.org/10.23937/2572-3278/1510048>.
40. Arıbaş, Merve (2020). Tip 4 Enzime Dirençli Nişasta İlavesiyle Üretilen Ekmek ve Makarna Örneklerinde Tahmini Glisemik İndeks Değerlerinin ve Bazı Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi. (Tez No. 640147) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi] YÖK Tez Merkezi.
41. Mohebbi, Z., Azizi-Lalabadi, M., Hosseini, S. J., Abdi Nowrouzani, S., Alizadeh, M., & Homayouni, A. (2019). The effects of prebiotic bread containing oat  $\beta$ -glucan and resistant starch on the glycemic index and glycemic load in healthy individuals. *Nutrition and Food Science*, 49(6), 1029–1038. <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2018-0292>.
42. Halajzadeh, J., Milajerdi, A., Reiner, Ž., Amirani, E., Kolahdooz, F., Barekat, M., Mirzaei, H., Mirhashemi S.M., & Asemi, Z. (2020). Effects of resistant starch on glycemic control, serum lipoproteins and systemic inflammation in patients with metabolic syndrome and related disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Bellwether Publishing, Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1680950>.
43. Pugh, J. E., Cai, M., Altieri, N., & Frost, G. (2023). A comparison of the effects of resistant starch types on glycemic response in individuals with type 2 diabetes or prediabetes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Nutrition*. Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118229>.

*“This page is left blank for typesetting.”*

*Bu sayfa dizgiden dolayı boş bırakılmıştır.*

*Review / Derleme*

# Polifenoller ve sportif performans üzerindeki etkileri

## *Polyphenols and their effects on sports performance*

Ebrar Tuşat  <sup>1\*</sup>Eda Parlak  <sup>1\*</sup>

1 Toros Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mersin, Türkiye

### Article info

#### Keywords:

Polyphenols, supplements, antioxidant, exercise, sportive performance

#### Anahtar Kelimeler:

Polifenol, takviye, antioksidan, egzersiz, sportif performans

Received: 04.10.2023

Accepted: 29.12.2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng-2300

Tuşat & Parlak; Polifenoller ve sportif performans üzerindeki etkileri

Available online at <https://jfng.toros.edu.tr>

#### Corresponding Author(s):

\* Eda Parlak, [eda.parlak@toros.edu.tr](mailto:eda.parlak@toros.edu.tr)

### Özet

Polifenoller, bir diğer adıyla fenolik bileşikler; patojen organizmaların varlığı, ultraviyole ışına maruz kalma, olumsuz iklim koşulları gibi durumlarda bitkiler tarafından sentezlenen savunma mekanizmasında görev alan biyoaktif bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Günümüze kadar 8000'den fazla fenolik bileşik tanımlanmıştır. Doğal polifenoller; sebze, meyve, baklagiller, tahıllar, tohumların yenilebilir bitki kısımlarında, ayrıca kırmızı şarap ve kakao gibi besinlerde bulunmaktadır. Polifenol (PP) takviyelerinin kullanılmasının, tüm vücut antioksidan kapasitesini arttırdığı ve endotel fonksiyonunu modüle ettiği bildirilmektedir. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar ve klinik deneyler, birçok biyolojik aktivite sergileme özelliklerinden dolayı PP'lerin alımındaki artış ile bazı kronik hastalıkların (koroner kalp hastalığı, inme, tip II diyabet ve bazı kanser çeşitleri) oluşma riskinde azalma olduğunu kanıtlamışlardır. Aynı zamanda, sportif performans üzerinde yararlı olabilecek etkilerinden ötürü son yıllarda, sporcular tarafından antioksidan bileşiklerden zengin takviyelerin tüketiminin büyük ölçüde artmakta olduğu görülmektedir. Literatürde yer alan çalışma sonuçları, PP takviyelerinin kullanılmasının rekreasyonel, rekabetçi veya elit sporcuların lehine veya aleyhine olacağını önerisini vermede henüz yetersiz kalmaktadır. Bu anlamda, daha çok araştırmaya ve kanıt ihtiyacı bulunmaktadır. Daha yüksek oksidatif



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

stres seviyelerine sahip olan sporcuların, antioksidan takviyelerine açıkça daha fazla ihtiyaç duyacağından, bu sporcularda ilk olarak oksidatif stres durumunun taranması önem arz etmektedir. Polifenollerin çok sayıda biyolojik etkileri bulunduğu; gelecekteki egzersiz çalışmalarında yalnızca sportif performans odaklanmak yerine, egzersiz ve seçilen PP takviyesi arasındaki fizyolojik etkileşimleri belirlemeye uygun ve spesifik bir şekilde çalışılması daha doğru olacaktır.

### Extended Abstract

In recent years, many different ideas have been put forward to improve the antioxidant potential and accordingly improve physical performance by improving nutrition and other related factors. Whether the athletes use or not use antioxidant supplements is an important issue that is discussed a lot (1). In this review, information about well-known and recently used antioxidants, primarily polyphenols, will be given and only human studies will be included. In addition, the effects of the polyphenols in the studies on exercise performance and exercise-induced oxidative stress will be explained.

This review article was prepared to compile the results of the studies investigating the effects of polyphenols on sportive performance by scanning the national and international literature between the years of 2022 and 2023. While searching, "Ebsco TR Index", "DergiPark Academic", "National Thesis Center" for national databases, "Polifenol", "Polifenol Takviyeleri", "Sportif Performans", "Polifenol Takviyeleri and Sportif Performans" in databases, international databases for "Google Scholar", "Pubmed", "ScienceDirect", "Scopus", "Web of Science", "Proquest", "Ebsco Host" databases "Polyphenols", "Polyphenols Supplements", "Sportive Performance" and "Polyphenols Supplements and Sportive Performance" keywords were used.

Free radicals and reactive oxygen species (ROS) are the main oxidizing agents in cellular systems and play a role in aging and the onset of many types of diseases. Free radicals are produced physiologically in the mitochondria for aerobic oxygen production, in fatty acid metabolism, drug metabolism, and in the body when the immune system is activated (2-4). Although these free radicals have positive effects on immune reactions and cellular signaling; it is also known that lipids, proteins and nucleic acids have negative effects such as oxidative damage (2-5). ROS production induced by exercise and physical activity is an important signaling pathway to promote biological adaptations to training (2,3). However ROS production can have detrimental effects on lipid and

protein peroxidation such as cells and tissues. In order to prevent this situation, some health professionals have given importance to the consumption of more nutritional supplements and supplements containing antioxidants in order to reduce the production of ROS, which can cause excessive oxidative stress during and after exercise (4,5). Antioxidants are defined as to be donate an electron to free radicals and neutralize, reduce or eliminate their ability to damage cells, major biomolecules such as nucleic acids, proteins and lipids (2,3). Antioxidants are divided into two groups as enzymatic oxidants (Superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase enzyme) and non-enzymatic antioxidants (glutathione, vitamin E, vitamin C and bilirubin). Endogenous antioxidants have the function of delaying or preventing the oxidation of extracellular and intracellular biomolecules. Antioxidants, such as vitamins and minerals taken with food can also regulate the oxidative state of the body (2). There are still ongoing conflicts in studies investigating the effect of antioxidant supplementation on exercise-induced oxidative stress. Typical treatment usually includes various doses of vitamins A, C and E, administered either alone or in combination, chronically or acutely (6,7). Of these, vitamins C and E are used more frequently in clinical and experimental studies, mostly because they are safe and easy to find (6).

Recently, one of the topics that have been widely covered in the literature is that there has been a potential relationship between oxidative stress and bioactive compounds found in plant foods. In particular, the attention of researchers has turned to the effects of polyphenols, a bioactive nutraceutical compound that has attracted considerable interest. One of the first studies that attracted the attention of scientists was Zutphen's epidemiological study (Keli et al., 1996). In this study, a negative correlation was found between the intake of foods rich in polyphenols and the incidence of chronic diseases (diabetes mellitus (DM), cardiovascular diseases (CVD) and cancer, etc.) especially associated with a significant oxidative stress (8). For this reason, new nutritional strategies were being developed against oxidative stress caused by exercise, and in this sense, especially PP supplements were given importance. It is thought that polyphenol supplements were effective in improving performance and preventing oxidative stress in athletes (1)

Polyphenols (PPs) are natural organic compounds found in abundance in different plants, fruits, vegetables, nuts, seeds, flowers, tea and beverages (9). Polyphenols are more important due to their diversity, bioactivity, easy accessibility and lower toxicity effects, and their specificity in terms of antioxidant response (10). Today, there are many studies on PPs

and physical exercise (11-13). Most of these studies include topics that cover both the important effects of polyphenolic compounds in exercise-induced muscle damage and their biological/physiological roles in improving physical performance. In order to measure the effects of polyphenols on sportive performance, various supplementation strategies were applied at different times and dosages, and studies were conducted in a wide variety of exercise conditions. In the literature, there are studies on PP supplements, especially quercetin, catechins/green tea extract (GTE), resveratrol and polyphenol mixtures in athletes.

Studies on quercetin supplementation in athletes have focused on the potential effects of exercise-induced inflammation, oxidative stress, immune dysfunction, and exercise performance (14). It is thought that catechin supplements will positively affect sports performance due to their high antioxidant content and activation of catechins with anti-inflammatory potential (12,13,15). There are few studies in the literature investigating the effect of RES on exercise performance, and some results show that it may be effective in increasing endurance capacity. Nowadays, studies investigating the relationship between RES and exercise are increasing, because it is thought that RES supplementation may have positive effects on the regeneration of liver cells, protect the liver glycogen stores that decrease during physical activity, and have a regulatory effect on glucose metabolism (15). Moreover, it has been observed in recent years that research has focused not only on the effect of PP supplements alone, but also on the biological effects of PP-containing mixtures. In this sense, many studies have been conducted with athletes using blueberry, blackcurrant, cherry juice, pomegranate, dark chocolate, turmeric/curcumin, honey, carob pulp powder (16-23).

In conclusion; although PP supplements are still a controversial issue in athletes today, application of different exercise protocols to athletes, obtaining different results about PP supplements and using different laboratory parameters to evaluate these effects make it difficult to understand the effects of PP supplements on athletes. Therefore, in order to analyze the data correctly and compare it with other studies on this subject, the type of exercise (aerobic or anaerobic), the oxidative stress biomarkers used, the athlete and training characteristics should be explained in detail in the method part of the study (1). At the same time, it is thought that nutritional protocols should be examined in more detail in studies and the amount of PP intake from nutrition in athletes should be calculated.

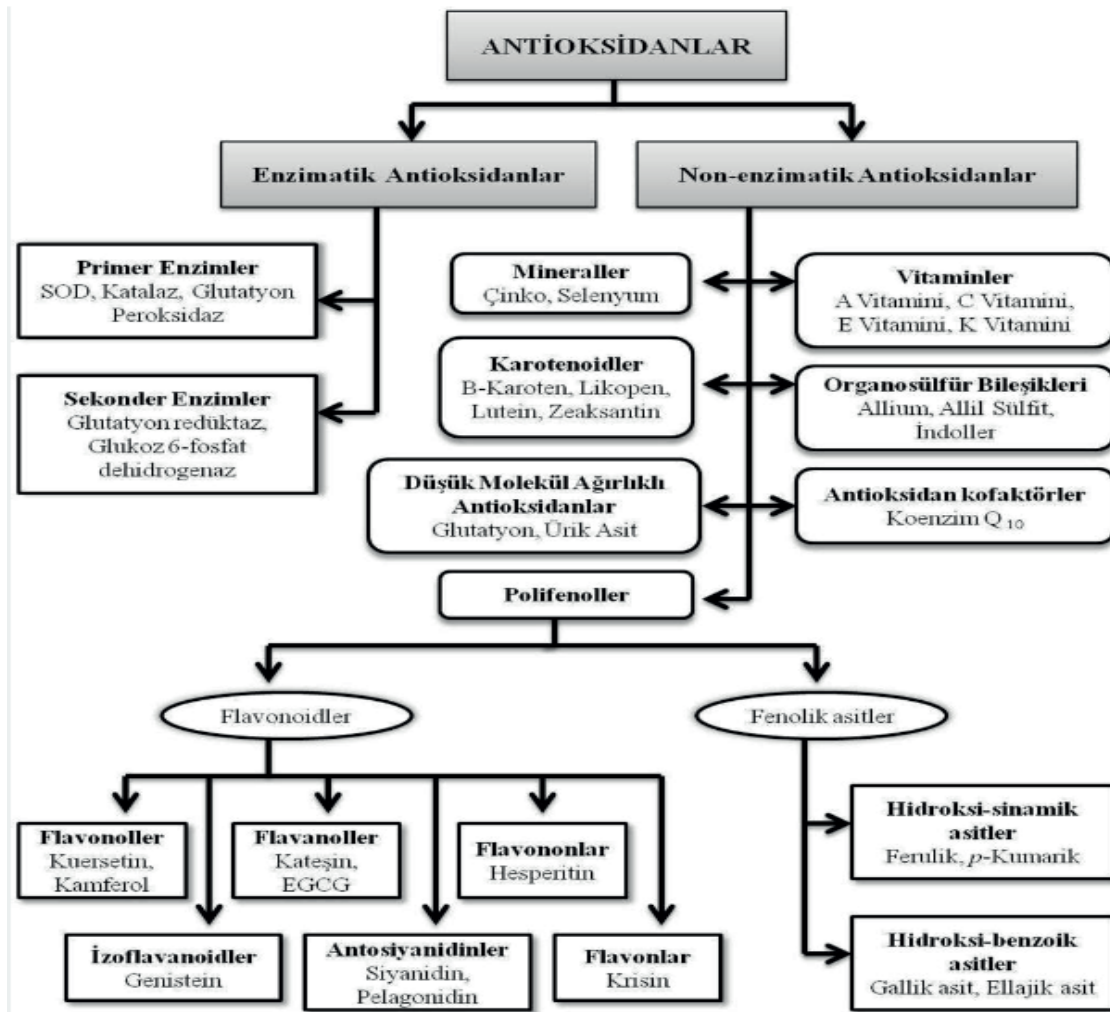
## GİRİŞ

Fiziksel egzersizin serbest radikallerde ve diğer reaktif oksijen türlerinde (ROS) artışa neden olduğu bilinmektedir (24). Mevcut olan kanıtlar, ROS'un kas redoks dengesinde egzersizle indüklenen bozuklukların birincil sebebi olduğunu göstermektedir. Redoks dengesindeki ciddi bozukluklar, egzersiz performansını bozan oksidatif hasarı ve kas yorgunluğunu desteklemektedir (25,26). Fiziksel aktivite uygulanması sırasında makrofajların birikmesi, mitokondri üzerindeki taşıma zincirinde meydana gelen elektronların hareketi, pürinlerin katabolizma yolu gibi bir takım biyolojik süreçlerin aktive olmasına olanak sağlamaktadır. Ksantin oksidaz enzimi tarafından katalize edilen reaksiyonların tümü ROS salınımına yol açabilmektedir. Tüm bu bilgilerden yola çıkarak sporcularda fiziksel aktivite ve egzersizin neden olabileceği oksidatif hasarın önüne geçebilmek adına antioksidan savunma sistemlerini geliştirmeleri ve desteklemeleri oldukça önemli olmaktadır. Egzersiz sırasında ROS üretiminin artmasının hem olumlu hem de olumsuz fizyolojik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Orta şiddette bir egzersiz sonrasında vücutta antioksidan savunma mekanizmasının gelişebileceği ilk kez 2008 yılında gösterilmiştir (27). Bu şiddetteki bir egzersizin mitokondride düşük konsantrasyonlarda ROS üretimini indüklediği ve daha sonra nitrik oksit gibi iskelet kasının adaptif yanıtında yer alan enzimlerin [Nitrik oksit (NO) sentaz ve süperoksit dismutaz (SOD)] sentezini uyarmak için bir sinyal görevi gördüğü fikri savunulmaktadır (28-30). Aynı zamanda fiziksel aktivitenin şiddeti arttığında, düşük ROS seviyelerinin yararlı etkileri de kaybolmaktadır (30). Yüksek şiddetli egzersiz sırasında, kaslar enerji ihtiyacını kısmen anaerobik enerji sisteminden karşılayabilmektedirler. Anaerobik enerji harcaması ise, vücudun antioksidatif temizleme kapasitesini aşabileceğinden, kas fonksiyonlarının bozulmasına ve oksidatif hasara katkıda bulunan laktat ve yüksek ROS seviyeleri gibi yorgunlukla ilişkili ürünlerin üretiminde artışa yol açabilmektedir (25,30,31). Bunun sonucunda, oksidan/antioksidan dengesi bozulmakta, serbest radikal üretimi artmakta ve oksidatif stres, yapısal hücre hasarı ve

iltihaplanma ile sonuçlanmaktadır. Egzersizin belirtilen olumsuz etkilerini ya da oluşabilecek yan etkilerinin önüne geçebilmek adına farklı özelliklerde antioksidan takviyelerini içeren birçok çalışma yürütülmüştür. Antioksidanlar hedeflenen belirli moleküllerdeki oksidatif hasarı önleyebilen, geciktirebilen veya bazı durumlarda tamamen iptal edebilen moleküller şeklinde tanımlanmaktadır. Örneğin; SOD enzimi, katalaz enzimi ve glutatyon peroksidaz enzimi endojen antioksidanlar; glutatyon, E, C ve A vitaminleri ile koenzim Q10 (CoQ10) ise antioksidan özelliklere sahip enzimatik olmayan moleküller olarak sınıflandırılmaktadır (31). Antioksidanlar aynı zamanda ekzojen olarak diyet yoluyla da alınabilmektedir. Bu takviyeler, egzersiz sırasında kas lifinin yorgunluğa neden olduğu oksidatif hasardan korunma

yeteneğini geliştirebilmektedir. Antioksidanların eksikliği, egzersizin neden olduğu oksidatif hasara yatkınlığı arttırabilmekte ve bunun sonucunda da sportif performansı olumsuz etkileyebilmektedir (2) Son yıllarda, antioksidan potansiyelini geliştirmek ve buna bağlı olarak beslenmeyi ve diğer ilgili faktörleri iyileştirerek fiziksel performansı arttırmak adına birçok farklı fikir ortaya atılmıştır. Sporcuların antioksidan takviyesi kullanma veya kullanmama durumları üzerinde çok fazla konuşulan ve tartışılan önemli bir konu olarak önümüze gelmektedir (3-5). Bu derlemede öncelikle polifenoller olmak üzere iyi bilinen ve son zamanlarda kullanılan antioksidanlar hakkında bilgiler aktarılacak ve sadece insanlar üzerinde yapılan çalışmalara yer verilecektir. Ayrıca çalışmalarda yer alan polifenollerin egzersiz performansı ve

Şekil 1. Antioksidanların sınıflandırılması (32)





egzersize bağılı oksidatif stres üzerindeki etkileri açıklanacaktır. Antioksidanların sınıflandırılması ile ilgili şema Şekil.1'de gösterilmektedir (32).

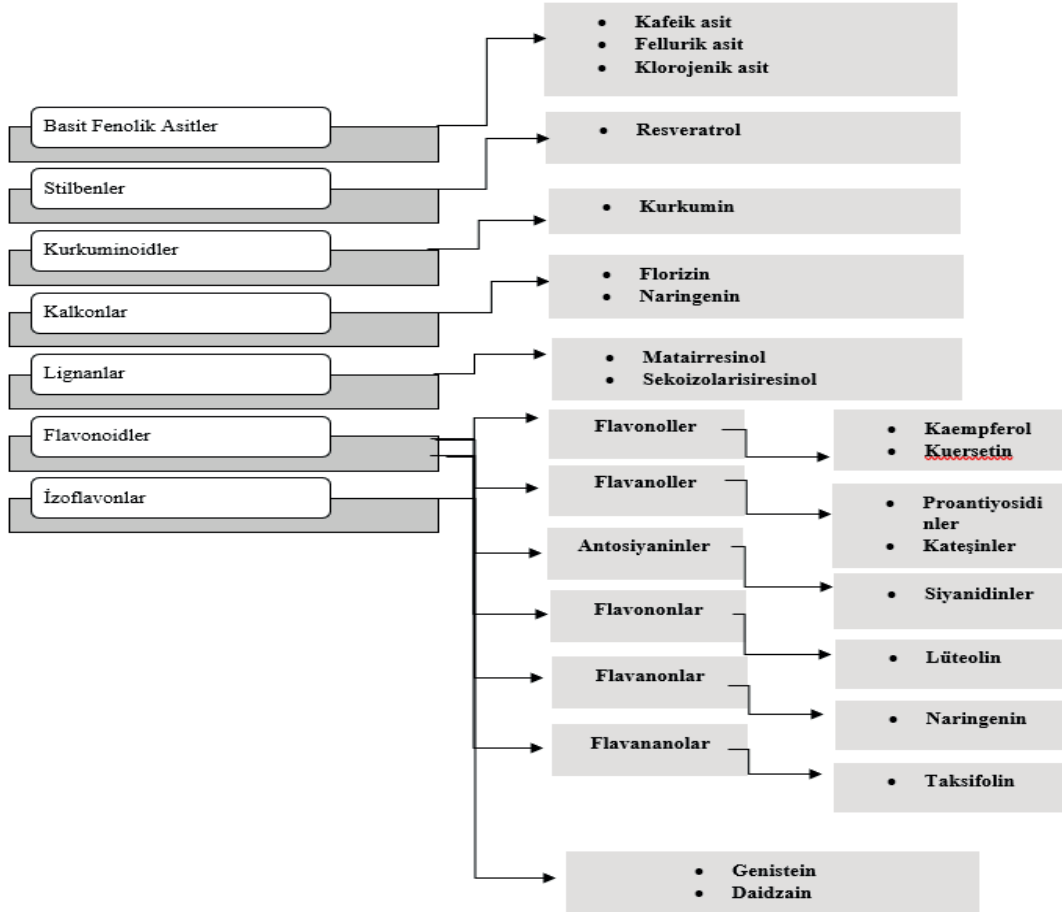
## Polifenoller

Polifenoller, farklı bitkilerde, meyvelerde, sebzelerde, kabuklu yemişlerde, tohumlarda, çiçeklerde, çayda ve içeceklerde bolca bulunan doğal organik bileşiklerdir (9). Polifenoller çeşitlilikleri, biyoaktiviteleri, kolay erişilebilirlikleri ve daha düşük toksisite etkileri ile antioksidan yanıt açısından özgün olmaları nedeniyle daha önemli olmaktadır. Hızlı metabolize olmaları ve vücutta düşük yararlanım seviyeleri ise ana dezavantajlarını oluşturmaktadır (10).

Günümüzde beslenme programları PP'ler açısından zengin olmaktadır. Özellikle batı popülasyonlarında ağırlıklı olarak meyve, sebze ve çay, kahve, şarap ve meyve suları gibi içeceklerden tahmini olarak 1-2 g/gün PP tüketilmektedir. Çeşitli epidemiyolojik

çalışmalar ve klinik deneyler, birçok biyolojik aktivite sergileme özelliklerinden dolayı PP'lerin alımındaki artış ile bazı kronik hastalıkların (koroner kalp hastalığı, inme, tip II diyabet ve bazı kanser çeşitleri) oluşma riskindeki azalma arasında bir ilişki olduğunu kanıtlamışlardır. Son zamanlarda, PP'lerin beyin sağlığı üzerindeki olası faydalı etkilerine yönelik de artan bir ilgi söz konusu olmaktadır (33,34) Bu yüzden, fitokimyasallar günümüzde sağlıklı bir diyetin önemli bileşenleri olarak kabul edilmekte, meyve ve sebze açısından zengin olan bir diyetin sağlığa yararlarının bu moleküllerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Örneğin, çayın kardiyovasküler hastalığa veya kahvenin tip II diyabete karşı koruyucu etkileri, bu içeceklerde bulunan yüksek kateşin konsantrasyonu ile açıklanabilmektedir (34). Polifenollerin genel sınıflandırılması Şekil 2'de gösterilmektedir (35).

Şekil 2. Polifenollerin sınıflandırılması (35)



## Polifenollerin Biyoyararlanımı

Biyoyararlanım, vücudun absorbe edemediği ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanabileceği bir besinin fraksiyonu şeklinde tanımlanır. Biyoyararlanım, kısmen gıdanın doğasına ve kısmen de onu üstlenen organizmanın özelliklerine bağlı olarak çok sayıda faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (36). Bu faktörler aşağıdaki şekilde özetlenmiş halde bulunmaktadır. Beslenme alanında biyoyararlanımın çok önemli olduğu, fakat genel olarak göz ardı edildiği düşünülmektedir. Polifenollerin biyoyararlanımı etkileyen faktörler Tablo.1’de yer almaktadır (37).

## Polifenollerin Biyolojik Etkileri

Polifenoller, insan diyetinde bulunan ve ROS üretiminden kaynaklanan hasarı azaltabilecek doğal antioksidanlardır. Polifenollerin kimyasal özellikleri, B halkasındaki katekol grubu, 3 ve 5 pozisyonundaki hidroksil gruplarının varlığı ve 2,3-çift bağı ile konjugasyon gibi serbest radikallerin doğrudan temizleyicileri olarak

hareket etmelerine izin vermektedir. Aynı zamanda, C-halkasındaki bir karbonil grubunun 4-oksofonksiyonu bulundurmaktadır (2). Bununla birlikte, PP’ler yüksek dozlarda veya metal iyonlarının varlığında pro-oksidanlar gibi davranabilmekte ve bu da DNA bozulmasına yol açabilmektedir. İnsanlarda PP’lerin sistemik pro-oksidan etkisine dair bir kanıt bulunmamaktadır (34,38). Düşük biyoyararlanım ve kinetik kısıtlamalar nedeniyle, PP’lerin doğrudan antioksidan aktivitesi etkisiz görünmektedir. Bu nedenle, PP’lerin yararlı etkilerinin ROS üzerindeki doğrudan temizleyici özelliklerden dolayı değil dolaylı olarak antioksidan bir etkiden kaynaklandığı varsayılmaktadır. Polifenoller ayrıca, endojen antioksidan enzim savunma sistemini indükleyerek gen ekspresyonunu modüle edebilmektedir (1).

## Polifenollerin Sportif Performans Üzerindeki Etkisi

Günümüzde, PP’ler ve fiziksel egzersiz üzerinde gerçekleştirilmiş birçok çalışma (11-

**Tablo 1.** Polifenollerin biyoyararlanımını etkileyen faktörler (37)

Faktör türü		
Fenoliklerle ilgili faktörler	Kimyasal yapı	Şekerler (glikozitler), metil grupları vb. stereo konfigürasyon ile kimyasal yapı çözünürlük bağı.
	Diğer bileşiklerle etkileşim	Benzer emilim mekanizmasına sahip proteinlerle (yani albümin) veya polifenollerle bağlanır.
Gıda ile ilgili faktörler	Gıda işleme	Isıl işlemler, liyofilizasyon, pişirme ve mutfak hazırlama depolama yöntemleri.
	Gıda etkileşimi	Gıda matrisinde emilimi etkileyen faktörlerin varlığı (pozitif veya negatif) (yani yağ, lif).
Ana bilgisayarla ilgili faktörler	Diyet alımı	Ülkeler ve mevsimler arasındaki farklılıklar, maruz kalma miktarı ve sıklığı, tek veya çoklu doz.
	Emilim ve metabolizma	Bağırsak faktörleri (yani enzim aktivitesi bağırsaktan geçiş süresi kolonik mikroflora). Sistemik faktörler (yani cinsiyet ve yaş bozuklukları ve/veya patolojiler, genetik, fizyolojik durum).
Diğer faktörler	Dağıtım ve gıda içeriği	Bazı gıdalarda ayrıcalık (yani soya izoflavonları, turuncgillerdeki flavanonlar, vb.). Her yerde bulunma (yani quercetin).
	Dış faktörler	Çevresel faktörler (yani farklı stres koşulları, uygunluk derecesi).

13) yer almaktadır. Bu çalışmaların çoğu, polifenolik bileşiklerin özellikle hem egzersize bağlı kas hasarındaki önemli etkilerini hem de fiziksel performansı iyileştirmedeki biyolojik/fizyolojik rollerini kapsayan konuları içermektedir. Polifenollerin sportif performans üzerindeki etkilerini ölçmek adına, çeşitli takviye stratejileri uygulanarak, farklı zamanlarda ve dozajlarda uygulanmış ve çok çeşitli egzersiz koşullarında araştırmalar yapılmıştır. Bu konuyu kapsayan çalışmalar birkaç yıl öncesinde oldukça az sayıda iken; günümüzde artan bir ivme ile sayıları artmaya başlamıştır (1). İnsan sağlığı üzerindeki yararlı etkilerinden dolayı besinlerde bulunan fenolik bileşiklerin incelenmesi 1990'lı yıllara dayanmaktadır (7). Bilim insanlarının ilgisini çeken ilk çalışmalardan biri Zutphen'in (1970) epidemiyolojik çalışması olmuştur (8). Araştırmada, polifenoller açısından zengin besinlerin alımı ile diabetes mellitus (DM), kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıklar sonucunda açığa çıkan belirgin oksidatif stres ile ilişkili patolojilerin insidansı

arasında ters bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, fiziksel aktivitenin neden olduğu oksidatif stresi önleyebilmek adına PP içeriği yüksek yeni beslenme stratejileri geliştirilmeye başlanmıştır.

## Kuersetin

Kuersetinin antioksidan özelliği, kimyasal yapısı ile özellikle hidroksil (-OH) ikamelerinin varlığı ve konumu ile ilişkili olmaktadır. Sporcularda kuersetin takviyesi ile ilgili **çalışmalar, egzersize bağlı iltihaplanma, oksidatif stres, bağışıklık disfonksiyonu ve egzersiz performansının potansiyel etkilerine odaklanmıştır** (14). Kuersetin takviyesini araştıran ilk çalışma 2006 yılında yayınlanmış ve araştırmalar günümüzde de devam etmektedir (39). Bu tarz çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların çoğu kuersetinin sporcular üzerinde ergojenik bir etkisini bulamamışlardır (40-43). Bu çalışmaların aksine, elit bisikletçiler üzerinde yapılan bir çalışmada ise 6 hafta boyunca günlük 1200 mg takviye alan sporcuların

**Tablo 2.** Kuersetin ile ilgili yapılan çalışmalar (45,46)

Çalışma	Örneklem	Yöntem	Verilen ürün ve uygulama süresi	Takviye	Sonuç
<b>Sgrò ve ark., 2021</b> (45)	12 genç erkek	Eksantrik kaynaklı kas hasarı protokolü	Kuersetin (1 g/gün) veya plasebo 14 gün		Quercetin, EIMD sonrası iyileşme döneminde hücre hasarının plazma belirteçlerini [CK, LDH ve Mb ve interlökin 6 seviyesini [IL-6 ] plasebo ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaltmıştır.
<b>Martin - Rincon ve ark., 2020</b> (46)	24 Kadın 33 Erkek (aktif sporcu)	5 km koşu performansı ile eşleşen iki tedavi grubuna rastgele ayrıldı ve koştu. EIMD'yi ortaya çıkarmak için 10 km'lik bir yarış ve ardından 100 damla atlama.	Müsabakadan bir saat önce ve sonrasında her 8 saatte bir 24 saat boyunca plasebo (728 mg maltodekstrin) veya 140 mg Zynamite® ile 140 mg Kuersetin (çift kör) aldılar 24 saat (1 gün)		Müsabaka süreleri benzer olmasına rağmen, polifenol takviyesi müsabaka sonrası hissedilen kas ağrısını azaltmıştır. Sonuç olarak, müsabakadan bir saat önce 140 mg kuersetin ile kombine edilen tek doz 140 mg Zynamite®, kas ağrısını ve hasarını hafifletir ve kas performansının iyileşmesini hızlandırır.

Q: Kuersetin ,EIMD: eksantrik kaynaklı kas hasarı, CK: kreatin kinaz, LDH: laktat dehidrogenaz, Mb: Miyogloblin, PLA: plasebo

aerobik performanslarında artışların olduğu gözlenmiştir (39). Kuersetinin spor performansı, kas mitokondri biyogenezi ve bağışıklık belirteçlerindeki değışiklikler **üzerindeki etkisini** araştıran başka bir çalışmada, sporcular kuersetini başka takviyelerle (400 mg isokuersetin ile 120 mg epigalaktokateşin 3-galat, 400 mg eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit) veya tek başına (1000 mg isokuersetin) almışlardır. Çalışmada, sporcuların 3 günlük yoğun bir efordan önce ve sonraki iltihaplanma durumuna bakılmıştır. Eğitimli bisikletçilerde 3 günlük ağır efordan sonra PP'lerle 2 haftalık takviye sonrasında iltihaplanmanın arttığı gözlenmiştir. Kuersetin üzerinde yapılan bir meta-analiz çalışmasında, tüm çalışmaların sonuçlarına bakılarak en az 7 günlük kullanım sonucunda sportif performansta %1,90'luk bir artış tespit edilmiştir. Kuersetin takviyesini kapsayan diğer 7 çalışmanın sonucunda ise, sportif performansta %2,82'lik bir artışın olduğu gözlenmiştir (44). Çalışmalarda kuersetin takviyesi sonrasında bildirilen herhangi bir yan etki olmamıştır. Kuersetin takviyesinin, sağlıklı bireylerde sportif performans üzerinde orta düzeyde ve kesin bir fayda sağlayabilmesi adına, en az 7 gün kullanılması önerilmektedir. Kuersetin takviyesinin performans üzerindeki faydaları, diğer polifenollerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak, yüksek dozlarda **alımların** performansı olumlu yönde etkileyeceği düşünülse de optimal dozu doğrulamak adına daha fazla **çalışmaya** ihtiyaç bulunmaktadır (44). Kuersetin ile ilgili farklı çalışmalar Tablo.2'de yer almaktadır.

### **Kateşinler: Yeşil çay özü**

Polifenollerden yeşil çay özü (GTE) gibi antioksidan takviyeler ile egzersiz üzerine birçok çalışma yapılmıştır (9,47,48,49). Yeşil çay özü, güçlü bir antioksidan aktivite ile sonuçlanan epigalaktokateşin galat, epikateşin, epigalaktokateşin ve epikateşin galat dahil olmak üzere flavonoid yapıya sahip PP'ler açısından zengindir (1). Bu takviyenin, yüksek antioksidan içeriği ve antienflamatuar potansiyele sahip kateşinlerin aktive olması nedeniyle sportif performansı olumlu yönde etkileyeceği düşünülmemektedir (12,13,50)).

Çalışmalarda GTE takviyesinin bisikletçilerde oksidatif stresi ve yorgunluğu azaltabileceği, maksimum oksijen alımında iyileşmeyi destekleyebileceği gösterilmektedir (12,13). Ayrıca, GTE takviyesinin eksantrik egzersizden kaynaklanan kas ağrısını azaltabileceği tespit edilmiştir. Yoğun dayanıklılık sporlarından önce tek doz GTE takviyesi kullanılmasının ise benzer etkilerinin olmadığı gösterilmiştir. Yeşil çay özü takviyesinin, kümülatif yorgunluğa neden olan tekrarlayan egzersiz periyotları sırasındaki performansı korumada önemli olabileceği düşünülmektedir (12). Jowko ve ark. (2015)'ının çalışmasında, GTE takviyesinin oksidatif hasara karşı sağlıklı bireylerde çok az koruma sağladığı, futbolcularda ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (50). Başka bir çalışmada ise, kuvvet antrenmanı yapan erkek sporcularda yeşil çay içeceklerinin oksidatif stres ve kas hasarı parametreleri üzerinde koruyucu etkilerinin olduğu gözlenmiştir (13). Panza ve ark. (2008)'ının kuvvet antrenmanı yapan erkek sporcuları kapsayan çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Her iki çalışmada da GTE takviyesi ile sporcularda egzersiz sonrasında plazma kreatin kinaz değerlerinde **önemli düşüşler** elde edilmiştir. Fakat, Panza ve ark. (2008)'ının çalışması sonucunda GTE takviyesinin, egzersizin neden olduğu kas hasarına karşı koruma sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştır (51).

Literatürde antioksidan takviyesinin bir sonucu olarak kas hasarının yoğunlaştığı ve iyileşmeyi engellediğini gösteren çalışmalar (12,13) bulunmaktadır. Bununla birlikte; antrenmanlı sporcularda kümülatif yorgunluk öncesinde GTE takviyesinin kas hasarını ve oksidatif stresi en aza indirdiği de bilinmektedir. Ayrıca GTE'nin kas aktivasyonu ve kas yorgunluğu ile ilgili nöromusküler parametreler üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır (51). Bu nedenle, sporcularda GTE takviyesinin performansı korumada ve toparlanmaya yardımcı olmada gerekli olduğu düşünülmektedir (13). Yeşil çay özü ile ilgili çalışmalar Tablo.3'te yer almaktadır.

## Resveratrol

Resveratrol (3,4',5-trihidroksistilben, RES) besin takviyelerinde bulunan küçük bir polifenol bileşimidir. Çeşitli kuruyemişlerde, üzümün çekirdeklerinde ve kabuklarında, kırmızı şarapta, dutlarda, yer fıstığında, ravenite ve geleneksel Asya ilaçları dahil diğer bitki kaynaklarında bulunmaktadır (9,47). Resveratrol, sirtuin proteinlerinin ve genlerinin (SIRT, sessiz bilgi düzenleyiciler) önemli bir aktivatörüdür, enerji kullanımında artışa neden olmakta ve böylelikle mitokondriyal fonksiyonu güçlendirmektedir. Sirtuinler strese bağlı sinyal iletim yollarıyla ilişkili enzimlerdir ve metabolizmanın, kanserin, yaşlanmanın, uzun ve kaliteli yaşamın önemli düzenleyicileri olarak görev almaktadırlar (15). Literatürde RES'in egzersiz performansı üzerindeki etkisini araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır ve bazı sonuçlar bunun dayanıklılık kapasitesini artırmada etkili olabileceğini göstermektedir. Günümüzde RES ve egzersiz arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar artmaktadır, çünkü RES takviyesinin karaciğer hücrelerinin yenilenmesi üzerinde olumlu etkileri olabileceği, fiziksel aktivite sırasında azalan karaciğer glikojen depolarını koruyabileceği ve glikoz metabolizması üzerinde düzenleyici bir

etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bugüne kadar, RES takviyesi ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda örneklem sayısının sınırlı olduğu gözlenmiştir yapılan çalışmaların çoğu hayvan çalışmalarıdır (54-56). Sporcular üzerinde yapılan bir çalışmada (n=14), RES takviyesinin egzersizin neden olduğu lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği sonucuna varılmıştır (57). Başka bir çalışmada, RES takviyesi ile birlikte yapılan antrenman planlamasının, sadece antrenman planlaması yapılan gruba kıyasla yorulma sürelerinde daha fazla artışa neden olduğu tespit edilmiştir (1). Araştırmalar, RES'in artan iskelet kaslarının kasılma kuvveti tepkisine yardımcı olabileceği yağ asidi metabolizmasını optimize edebileceği sonucuna varmıştır (58). Konu ile ilgili sonuçlar çelişkili olsa da RES'in lipid peroksidasyonunu engelleyerek yorgunluğu geciktirdiği öne sürülmüştür. Bu yüzden; son zamanlarda RES'in sportif performansı modüle etme ve oksidatif stresi önleme etkisine yönelik yapılan çalışmalar da artmaktadır. Resveratrol ile ilgili çalışmalarda (59-61) örneklem sayılarının az olması ve çeşitli dozlarda takviyelerin kullanılması, bu takviyenin sporcularda belirli bir güvenlik/etkililik aralığının belirlenmesini zorlaştırmaktadır (62). Resveratrol ile ilgili çalışmalar Tablo.4'te yer almaktadır.

**Tablo 3.** Kateşin ile ilgili yapılan çalışmalar (52,53)

Çalışma	Örneklem	Yöntem	Verilen Takviye ürün ve uygulama süresi	Sonuç
Sobhani ve ark.,2020 (52)	15 erkek	Katılımcılar 1 saat %50'de bisiklet sürdüler (Çıkış gücü ve aktedilen mesafe ölçüldü.) ardından 0, 2 ve 4. haftalarda 40 dakikalık bir performans denemesi yapıldı.	Egzersizden 90 dk önce 640 mg yeşil çay polifenollerini veya maltodekstrin tüketti. 14 gün	Bu çalışmanın sonuçları toplam antioksidan kapasitede artış gözlemlenmiştir, aerobik egzersizden 90 dakika önce yeşil çay takviyesi tüketimi inflamasyonu ve oksidatif stres faktörlerini azaltabilir ve VO <sub>2</sub> maksı iyileştirebilir.
Sadowska-Krępa ve ark. ,2019 (53)	16 genç erkek	Crossfit antremanı	Plasebo (mikrokristalin selüloz, magnezyum stearat, maltodekstrin ). Bir GTE kapsülü, 250 mg standardize edilmiş yeşil çay ekstresi 14 gün	CrossFit eğitilmiş erkeklerde altı haftalık GTE tüketiminin aerobik kapasite ve serum BDNF düzeyi üzerinde marjinal bir etkisi olmuştur, ancak kan antioksidan kapasitesinde belirgin bir artışa ve eğitimin neden olduğu lipid peroksidasyonunda orta düzeyde bir zayıflamaya neden olmuştur.

GTE: Yeşil çay ekstresi, STE: Ekşi çay ekstresi, TAC: Total antioksidan seviyesi, MDA: malondialdehit, SOD: süperoksit dismutaz, CK: kreatin kinaz, P: Fosfor, PL: Plasebo, (dGTE) kafeinsiz yeşil çay ekstraktı: VO<sub>2</sub> maks: Maksimum oksijen kapasitesi, BDNF: serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör

## Polifenol karışımları

Son yıllarda araştırmalar, tek başına PP takviyelerinin etkisini değil, aynı zamanda PP içeren karışımların biyolojik etkilerini de incelemeye odaklanmıştır. Bu anlamda sporcularda yaban mersini, frenk üzümü, vişne suyu, nar, bitter çikolata, zerdeçal/kurkumin, bal, keçiyoynuzu posası tozu ile yapılmış birçok çalışma (16- 23) yer almaktadır.

Yaban mersini meyvelerinin polifenolik özleri ile inkübe edilmiş kaslı miyotüplerde (*Vaccinium corymbosum*), oksidatif stres üzerinde doza bağımlı bir koruyucu etki gözlemlenmiştir (64). Lynn ve ark. (2018)'ın koşucuları (16 erkek, 5 kadın) kapsayan çalışmasında, maratona katılan sporculara 7 gün boyunca yaban mersini suyu veya plasebo içeceği şeklinde takviye verilmiştir (65). Yaban mersini suyu alan grupta (zengin bir antioksidan ve antienflamatuar fitokimyasal kaynağı olmasına rağmen) egzersizle indüklenen gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı (DOMS) ve C

reaktif protein (CRP) değerlerinde az ila orta dereceli artışlar meydana gelmiştir. Çalışmada, bu sonucu değerlendirmek adına daha fazla örneklem içeren daha çok çalışmaya ihtiyaç bulunduğu belirtilmiştir.

Frenk üzümü (*Ribes nigrum*) antosiyaninler, delfinidin-3-rutinosit, delfinidin-3-glukozit, siyanidin-3-rutinosit ve siyanidin-3-glucosit bakımından zengin PP içeriğine sahip bir meyvedir. Frenk üzümünün sağlık üzerine yararlarının antosiyanin kaynaklı antiinflatuar özelliklerden, antioksidan aktivitelerden ve endotelial fonksiyon üzerindeki olumlu etkilerden dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir (66). Frenk üzümünün bu özellikleri ahududu, yaban mersini, böğürtlen, kuş üzümü ve bekaşi üzümü gibi benzer meyvelerde de bulunmaktadır (67). Siyah frenk üzümünün, egzersiz performansını etkileyebilecek antosiyanin kaynaklı vazodilatasyon ve vazokonstraksiyon

**Tablo 4.** Resveratrol ile ilgili yapılan çalışmalar (60,63)

Çalışma	Örneklem	Yöntem	Verilen ürün ve uygulama süresi	Takviye	Sonuç
Virginio de Sousa ve ark.,2022 (63)	47 erkek rekreasyonel koşucu	Tükenene kadar koşu egzersizi	(Garibaldi, Serra Gaúcha, Brezilya) elde edilen mor üzüm suyuydu.Şekersiz. Tatlandırıcı ve koruyucu içermeyen(%100 üzüm suyu) 14 gün		Egzersiz öncesi ve sonrası serum total antioksidan kapasitesi (TAC), malondialdehit (MDA), plazma nitrit (NO), kreatin kinaz (CK) ve laktat dehidrojenaz (LDH) ölçüldü. Ayrıca, oral mukozadan ekstrakte edilen DNA'da polimorfizmler analiz edildi. Üzüm suyu, tükenme süresini iyileştirdi.
Tavares Toscano ve ark.,2020 (60)	14 erkek koşucu	Sporcular aerobik kapasiteyi tahmin etmek için 3200 m koşu testi.	Üzüm suyu veya plasebo içeceği (10 ml/kg/dk) aldıktan sonra maksimum VO 2'nin %80'inde tükenmeye kadar iki koşu testi yaptığı gün) 14 gün		Mor üzüm suyunun tek doz alımı, rekreasyonel koşucularda, yorulana kadar geçen koşu süresini ve antioksidan aktiviteyi artırarak ergojenik bir etki göstermiştir.

TAC: Total antioksidan kapasitesi, MDA: malondialdehit, NO: plazma nitrit, CK: kreatin kinaz, LDH: Laktat Dehidrojenaz, DNA: Deoksiribonükleik Asit, PLA: Plasebo.

durumlarının aracılık ettiği istirahat halindeki önkol kan akışını arttırdığı bilinmektedir. Yeni yapılan çalışmalarda, Yeni Zelanda frenk üzümü (NZBC) ekstresinin egzersizdeki fizyolojik ve metabolik etkileri ile sportif performans üzerindeki olumlu etkileri tespit edilmiştir (67,68)

Vişne suyu takviyesinin ise, 60 dakikanın üzerinde olan maksimum güç veya dirençten kurtulma üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalarda hem inflamasyon hem de oksidatif stresle ilişkili göstergelerde azalmaların olduğu tespit edilmiştir (69,70). Bu çalışmanın aksine McCormick ve ark. (2016)'ının çalışmasında, vişne suyu takviyesinin su topuna özgü sportif performansın iyileşmesi üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Çalışma sonucunda, su topu gibi su bazlı ağırlık taşınmayan aralıklı sporlarda vişne suyu takviyesinin gerekli olmayacağı düşünülmüştür (71). Başka bir çalışma, Montmorency vişne suyu tüketiminin, yoğun şiddetteki egzersizlerden sonra izometrik kas gücünün geri kazanılmasında olumlu etkileri olabileceğini göstermiştir (72). Montmorency vişne suyu, antosiyanidinler açısından zengin olduğu için Avustralya Enstitüsü sporcuları tarafından takviye olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bu vişne suyunun yüksek antiinflamatuvar ve antioksidan özelliğe sahip olduğu, düzenli uykuyu sağlayabildiği, kas hasarını ve egzersiz sonrası gelişen ağrıyı azaltabildiği bilinmektedir (72).

Polifenoller açısından zengin diğer bir meyve de nardır. Nar suyu flavonoller, flavonoidler, gallik asit, ellagik asit, kersetin ve ellagitanninler açısından zengin bir meyvedir (73). Nar suyunun antioksidan etkisinin yeşil çay ve kırmızı şaraba kıyasla daha üstün olduğu kanıtlanmıştır. Narın makrofajların oksidatif stresini, serbest radikalleri, lipid peroksidasyonunu ve düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyonunu azalttığı bilinmektedir. Aynı zamanda, nar ekstraktının nitrik oksit biyoyararlanımını ve oksijen kullanımının etkinliğini arttırdığı ve bunların sonucunda dayanıklılık performansını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (73). Ammar ve ark. (2017)'ının çalışmasında, nar suyu takviyesinin yoğun bir halter antrenmanı

sonrasındaki akut dönemde ve 48 saat sonundaki antioksidan kapasitesini arttırdığı ve oksidatif stresi azalttığı tespit edilmiştir (19).

Literatürde bitter çikolata içerisindeki PP'lerden kaynaklı, sporcularda bu besinin tüketiminin performansı olumlu etkileyeceği varsayılmaktadır. Allgrove ve ark. (2011)'ının çalışmasında, 2 hafta boyunca düzenli kakao polifenollerini açısından zengin bitter çikolata tüketiminin (80 g/gün) etkileri erkek sporcularda (n=20) test edilmiştir. Uzun süreli egzersizden sonra sporcularda plazma metabolitleri, hormonlar ve oksidatif stres biyobelirteçleri değerlendirilmiştir. Bitter çikolata tüketiminin, sporcularda oksidatif stres biyobelirteçlerinin azalmasında ve egzersiz sonrası açığa çıkan serbest yağ asitlerinin mobilizasyonunun artmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, çalışma sonucunda bitter çikolata tüketiminin sportif performans üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (74). Cavaretta ve ark.'ının (2018) elit erkek futbolcular (n=24) üzerinde gerçekleştirdiği diğer bir çalışmada, sporcular bitter çikolata tüketen (1.grup/test grubu, n=12) ve tüketmeyenler (2.grup/kontrol grubu, n=12) olmak üzere 2 gruba ayrılmış ve antrenman programları süresince 1. grubun 30 gün bitter çikolata tüketmeleri istenmiştir. Çalışma kapsamında oksidatif stres, antioksidan durumu ve kas hasarı ile ilgili bilgiler başlangıçta ve bitter çikolata tüketiminden 30 gün sonra değerlendirilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla, 1.grupta yer alan elit erkek futbolcular, kas hasarı belirteçlerindeki (Kreatin kinaz (CK) ve Laktat dehidrogenaz (LDH)) artışa paralel olarak daha düşük antioksidan kapasite ve daha yüksek oksidatif stres düzeyi göstermişlerdir (18). Bitter çikolatanın sporcular üzerinde olumlu etkisi olduğunu gösteren erkek bisikletçiler (n=9) üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada, sporcuların 2 hafta boyunca antrenman yapmaları istenmiş ve bir gruba 40 g/gün bitter çikolata, diğer gruba ise 40 g/gün beyaz çikolata tükettirilmiştir. Sonrasında 14 gün arınma diyeti uygulanmış ve gruplar tüketmedikleri diğer çikolatayı 14 gün boyunca tüketmişlerdir. Çalışma sonucunda bitter çikolata tüketen grupta, orta yoğunluktaki egzersizin oksijen maliyeti azalmış ve bu besinin kısa süreli orta

yoğunluktaki egzersizler için etkili bir ergojenik yardımcı olabileceği düşünülmüştür (75).

Köksaptan elde edilen başka bir polifenol kaynağı olan zerdeçal/kurkumin, çeşitli farmakolojik aktiviteler ve terapötik özellikler sergileyen, çeşitli inflamatuvar durumları ve kronik hastalıkları tedavi etmede kullanılan doğal bir antioksidan olarak bilinmektedir (76). Zerdeçalın açığa çıkan glikasyon son ürünlerinin birikimini azaltabileceği bildirilmiştir. Chilelli ve ark. (2016)'nın çalışmasında, düzenli olarak yoğun şiddette egzersiz yapan sporcularda 3 ay boyunca kurkumin ve Boswellia serrata sakız reçinesi takviyesinin glikoksidasyon ve lipid peroksidasyonu üzerinde olumlu etkilerinin olacağı bildirilmiştir. Aynı zamanda çalışmada, zerdeçal tüketiminin ileri glikasyon birikiminde azalmaya neden olup olmayacağını analiz edecek ileriki çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (76). Sporcular üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada, zerdeçal tüketiminin egzersize bağlı kas hasarından sonra iyileşme dönemindeki biyolojik inflamasyonu azalttığı, ancak kuadriseps kas ağrısını azaltmadığı tespit edilmiştir (77). Tanabe ve ark.'nın(2019) sağlıklı erkek bireyler (n=24) üzerinde gerçekleştirdiği çalışmasında, katılımcıların 7 gün boyunca dirsek fleksörlerinde 30 maksimal izokinetik (120°/s) eksantrik kasılma gerçekleştirmeleri istenmiştir. Katılımcılara egzersize başlamadan 7 gün önce (PRE) (n=8) veya egzersizden 4 gün sonra (POST) (n=8) olacak şekilde 180 mg/gün oral zerdeçal veya egzersizden 4 gün sonra oral plasebo (CON) (n=8) tüketirilmişdir. Dirsek fleksörlerinin maksimum istemli kasılma (MVC) torku, dirsek eklemi hareket açıklığı (ROM), kas ağrısı ve serum CK aktivitesi egzersizden önce, hemen sonra ve egzersizden 1-4 gün sonra ölçülmüştür. Bu değişkenlerdeki değişiklikler zaman içinde karşılaştırılmıştır. POST grubunda, CON grubuna kıyasla egzersiz sonrası 3-4. günde ROM daha yüksek ve 3. günde kas ağrısı daha düşük sonucuna ulaşılmıştır ( $p<0.05$ ). Ancak PRE grubunda ROM ve kas ağrısındaki değişiklikler açısından CON grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu arada MVC torku ve serum CK aktivitesindeki değişiklikler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Çalışmada, egzersiz sonrası

zerdeçal tüketiminin kas ağrısını hafifletmede daha yararlı etkilerinin olacağı sonucuna varılmıştır (21). Basham ve ark. (2020)'nın çalışmasında da zerdeçal takviyesinin (1,5 g/gün), inflamatuvar yanıtı olumsuz etkilemeden egzersiz sonrası gelişen kas hasarını ve algılanan kas ağrısını azaltabileceği tespit edilmiştir (78).

Antioksidan özelliği güçlü diğer değerli bir besin olan balın da antienflamatuvar ve antimikrobiyal etkilere sahip fitoterapötik özellikler sağladığı bilinmektedir. Tedavi edici bir besin olarak sıklıkla kullanılmaktadır (32). Bal eski bir nutrasötik olarak tanımlanmakta ve özelliklerini türediği çiçek çeşidine göre değişen polifenollerin zenginliğine borçlu olmaktadır. Genel olarak galangina, quercetin, kaempferol ve luteolin dahil olmak üzere 50 ila 500 mg/kg arasında flavonoidlerden oluştuğundan güçlü bir antioksidan etkiye sahip biyoaktif molekülleri temsil eder (32). Bal, sporcular için yararlı olan enerji verici bir besindir ve tüketilen her bir yemek kaşığında 17 g kadar karbonhidrat sağlamaktadır. Ayrıca bal tüketiminin, düzenli yapılan orta şiddetteki egzersizlerde oksidatif strese karşı koyarıktan sporcular üzerinde yararlı bir etkisinin olacağı düşünülmektedir (32). Maleki ve ark.'nın (2016) erkek bisikletçileri (n=24) kapsayan çalışmasında, katılımcılar iki gruba ayrılmış ve katılımcılardan 16 hafta boyunca orta şiddette egzersiz yapmaları istenmiştir. Birinci gruptan (n=12) egzersize ek olarak günde 70 g bal tüketmesi istenirken; 2.grubun (n=12) ise sadece egzersiz yapması istenmiştir. Çalışmada, bal tüketiminin egzersiz sonrası gelişen oksidatif stresi ve lenfosit DNA hasarını azalttığı sonucuna varılmış ve bu durumun balda bulunan yüksek antioksidan kapasitesinden kaynaklandığı düşünülmüştür (22).

Akdeniz ülkelerinde yıllardır yetiştirilen, yavaş büyüyen ve yaprak dökmeyen bir ağaç olan keçiboynuzu meyvesinden elde edilen keçiboynuzu ekstraktının antioksidan özelliğe sahip olduğu ileri sürüldüğü için son yıllarda pek çok araştırmaya konu olmaya başlamıştır (79). Papagiannopoulos ve ark. 'nın (2004) çalışmasında, keçiboynuzunun kimyasal bileşiminin karbonhidrat (KH), diyet lifi, tanenler ve PP'ler gibi birçok biyoaktif maddeden oluştuğu



tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu içerisinde yer alan PP'lerin enerji metabolizmasındaki etkileri ve antioksidan özelliklerinden ötürü, performanslarını geliştirmek isteyen sporcuların dikkatini çekmeye başlamıştır. Literatürde ne yazık ki keçiyoynuzunun performans üzerindeki etkilerinin henüz kapsamlı bir şekilde incelenmeye rastlanmamakla birlikte bu konuda günümüze kadar yapılan tek bir çalışma bulunmaktadır. Gaamouri ve ark.'ının (2019) taekwondo sporcuları (n=23) ile yürüttüğü çalışmada, sporculara 6 hafta süresince 4 aşamalı egzersiz programı uygulanmış ve sporcular 2 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 40 g keçiyoynuzu tozu (toz karışımı %90 keçiyoynuzu posası, %10 tohum içeriklidir ve 208 mg polifenol, 14,4 mg flavonoid içermektedir) ve sudan oluşan 250 mL bir içecek ve 2.gruba plasebo suyu (250 mL) (su, sitrik asit, doğal aroma vericilerden (keçiyoynuzu) oluşmaktadır) tükettirilmiştir. Çalışmada, PP takviyesinin vücut ağırlığını (VA) azaltmada ve sporcularda aerobik performansı iyileştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır (23).

### **Egzersizde polifenol takviyesi: limitler ve hususlar**

Polifenollerin kullanımı, mitokondriyal biyogenezi 2 şekilde arttırarak performansı iyileştirmek üzerine tasarlanmıştır. Bunlardan ilki PP'lerin nükleer solunum faktörü gibi sitoprotektif proteinleri kodlayan genlerin ekspresyonunu arttıran stresle ilişkili hücre sinyal yollarını uyarması, ikincisi ise seçilmiş polifenollerin (yani resveratrol, zerdeçal ve kuersetin), sirtuinleri aktive ederek ve peroksizom proliferatörü tarafından aktive edilen koaktivatörün C reseptör aktivitesini arttırarak kas fonksiyonunu ve mitokondriyal biyogenezi modüle ettikleri bildirilmiştir. Aynı zamanda bazı PP'lerin, endotel nitrik oksit sentezini arttırarak dilatasyonu ve endotel fonksiyonu iyileştirdiği bilinmektedir (1).

Günümüzde sporcularda PP takviyeleri halen tartışmalı bir konu olmakla birlikte; sporculara farklı egzersiz protokollerinin uygulanması, PP takviyeleri ile ilgili farklı sonuçların elde edilmesi ve bu etkileri değerlendirmek adına farklı laboratuvar parametrelerinin kullanılması,

PP takviyelerinin sporcular üzerindeki etkilerini anlamakta zorluk çıkarmaktadır. Bu nedenle, bu konu ile ilgili çalışmalarda verileri doğru analiz edebilmek ve diğer çalışmalar ile kıyaslayabilmek adına, çalışmanın yöntem kısmında egzersizin türünün (aerobik veya anaerobik), kullanılan oksidatif stres biyobelirteçlerinin, sporcu ve antrenman özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde açıklaması her zaman gereklidir (1).

Literatürde yer alan çalışma sonuçları, PP takviyelerinin kullanılmasının rekreasyonel, rekabetçi veya elit sporcuların lehine veya aleyhine olacağı önerisini vermede henüz yetersiz kalmaktadır. Bu anlamda, daha çok araştırmaya ve kanıtı ihtiyaç bulunmaktadır. Daha yüksek oksidatif stres seviyelerine sahip olan sporcuların, antioksidan takviyelerine açıkça daha fazla ihtiyaç duyacağından, bu sporcularda ilk olarak oksidatif stres durumunun taranması önem arz etmektedir. Polifenollerin çok sayıda biyolojik etkileri bulunduğu; gelecekteki egzersiz çalışmalarında yalnızca sportif performansa odaklanmak yerine, egzersiz ve seçilen PP takviyesi arasındaki fizyolojik etkileşimleri belirlemeye uygun ve spesifik bir şekilde çalışılması daha doğru olacaktır. (1).

### **SONUÇ**

Oksidatif stres ve egzersiz arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır; aslında endojen antioksidan savunma mekanizmalarının yukarı regülasyonunun uyarılması için serbest radikallerin salınması gerekmektedir. Son yıllarda, sporcular tarafından antioksidan bileşiklerden zengin takviyelerin tüketimi büyük ölçüde artmıştır, ancak beslenme yoluyla doğal bir tüketim daha çok tavsiye edilmektedir.

Polifenol takviyelerinin sportif performans üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılacak gelecekteki çalışmalarda, çalışmanın gerçekten kör teknik ile oluşturulmasına, verilerin doğru analiz edilmesine dikkat edilmelidir. Ancak bu çalışmalar sayesinde, iyi bir sportif performans açısından PP takviyelerinin türü ve dozu optimize edilebilecektir. Polifenol takviyeleri ile ilgili literatürde yer alan çok az sayıda çalışmada, sporcuların beslenme programlarının kontrol edildiği gözlenmiştir. Bu hususta; çalışmalarda

beslenme protokollerinin daha ayrıntılı bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir. Düşük PP tüketimine sahip sporcuların, beslenme müdahalelerine daha olumlu yanıt vermesi söz konusu olduğundan; çalışmalarda sporcuların beslenme ile PP alım miktarlarının da ölçülmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- D'Angelo, S. (2019). Polyphenols and athletic performance: a review on human data. *Plant physiological aspects of phenolic compounds*, 1-24. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85031>
- Stear, S. J., Burke, L. M., & Castell, L. M. (2009). *BJSM reviews: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and Ergogenic aids for health and performance Part 3. British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 890-892. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.065417>
- Mankowski, R. T., Anton, S. D., Buford, T. W., & Leeuwenburgh, C. (2015). Dietary antioxidants as modifiers of physiologic adaptations to exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(9), 1857.
- Overvest, E., Wouters, J. A., Wolfs, K. H., van Leeuwen, J. J., & Possemiers, S. (2018). Citrus flavonoid supplementation improves exercise performance in trained athletes. *Journal of sports science & medicine*, 17(1), 24-30 <http://www.jssm.org/PMC5844206>
- Malaguti, M., Angeloni, C., & Hrelia, S. (2013). Polyphenols in exercise performance and prevention of exercise-induced muscle damage. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/825928>
- Wagner, K. H. (2015). Antioxidants in Sport Nutrition: All the Same Effectiveness?. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299053/>
- Sellami, M., Slimeni, O., Pokrywka, A., Kuvačić, G., D Hayes, L., Milic, M., & Padulo, J. (2018). Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0218-y>
- Keli, S. O., Hertog, M. G., Feskens, E. J., & Kromhout, D. (1996). Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke: the Zutphen study. *Archives of internal medicine*, 156(6), 637-642. [doi:10.1001/archinte.1996.00440060059007](https://doi.org/10.1001/archinte.1996.00440060059007)
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 230S-242S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.230S>
- Myburgh, K. H. (2014). Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress?. *Sports Medicine*, 44, 57-70. DOI 10.1007/s40279-014-0151-4
- Jówko, E. (2015). Green tea catechins and sport performance. *SPORT NUTRITION*, 123. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299060/>
- Machado, Á. S., Da Silva, W., Souza, M. A., & Carpes, F. P. (2018). Green tea extract preserves neuromuscular activation and muscle damage markers in athletes under cumulative fatigue. *Frontiers in physiology*, 9, 1137. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01137>
- Belviranlı, M., & Okudan, N. (2015). Well-known antioxidants and newcomers in sport nutrition: coenzyme Q10, quercetin, resveratrol, pterostilbene, pycnogenol and astaxanthin. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299046/>

15. Novelle, M. G., Wahl, D., Diéguez, C., Bernier, M., & De Cabo, R. (2015). Resveratrol supplementation: where are we now and where should we go?. *Ageing research reviews*, 21, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.01.002>
16. Martins, N. C., Dorneles, G. P., Blembeel, A. S., Marinho, J. P., Proença, I. C. T., da Cunha Goulart, M. J. V., ... & Ribeiro, J. L. (2020). Effects of grape juice consumption on oxidative stress and inflammation in male volleyball players: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 54, 102570. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102570>
17. Pilolla, K. D., Armendariz, J., Burrus, B. M., Baston, D. S., McCarthy, K. A., & Bloedon, T. K. (2023). Effects of Wild Blueberries on Fat Oxidation Rates in Aerobically Trained Males. *Nutrients*, 15(6), 1339. <https://doi.org/10.3390/nu15061339>
18. Cavarretta, E., Peruzzi, M., Del Vescovo, R., Di Pilla, F., Gobbi, G., Serdoz, A., ... & Carnevale, R. (2018). Dark chocolate intake positively modulates redox status and markers of muscular damage in elite football athletes: A randomized controlled study. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4061901>
19. Ammar, A., Turki, M., Hammouda, O., Chtourou, H., Trabelsi, K., Bouaziz, M., ... & Yaich, S. (2017). Effects of pomegranate juice supplementation on oxidative stress biomarkers following weightlifting exercise. *Nutrients*, 9(8), 819. <https://doi.org/10.3390/nu9080819>
20. Potter, J. A., Hodgson, C. I., Broadhurst, M., Howell, L., Gilbert, J., Willems, M. E., & Perkins, I. C. (2020). Effects of New Zealand blackcurrant extract on sport climbing performance. *European journal of applied physiology*, 120, 67-75. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04226-2>
21. Tanabe, Y., Chino, K., Sagayama, H., Lee, H. J., Ozawa, H., Maeda, S., & TAKAHASHI, H. (2019). Effective timing of curcumin ingestion to attenuate eccentric exercise-induced muscle soreness in men. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 65(1), 82-89. <https://doi.org/10.3177/jnsv.65.82>
22. Maleki, B. H., Tartibian, B., Mooren, F. C., Krüger, K., FitzGerald, L. Z., & Chehrizi, M. (2016). A randomized controlled trial examining the effects of 16 weeks of moderate-to intensive cycling and honey supplementation on lymphocyte oxidative DNA damage and cytokine changes in male road cyclists. *Cytokine*, 88, 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2016.09.016>
23. Gaamouri, N., Zouhal, H., Hammami, M., Hackney, A. C., Abderrahman, A. B., Saeidi, A., ... & Ounis, O. B. (2019). Effects of polyphenol (carob) supplementation on body composition and aerobic capacity in taekwondo athletes. *Physiology & behavior*, 205, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.03.003>
24. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford university press, USA. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>
25. Bast A, Haenen GRMM. (2015) Chapter 2: Nutritional antioxidants it is time to categorise. In: Lamprecht M, editor. *Antioxidants in Sport Nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299048/>
26. Reid, M. B., Haack, K. E., Franchek, K. M., Valberg, P. A., Kobzik, L. E. S. T. E. R., & West, M. S. (1992). Reactive oxygen in skeletal muscle. I. Intracellular oxidant kinetics and fatigue in vitro. *Journal of applied physiology*, 73(5), 1797-1804. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.5.1797>
27. Gomez-Cabrera, M. C., Domenech, E., Romagnoli, M., Arduini, A., Borrás, C., Pallardo, F. V., ... & Vina, J. (2008). Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. *The American journal of clinical nutrition*, 87(1), 142-149. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.1.142>

28. Kerksick, C. M., & Zuhl, M. (2015). Mechanisms of oxidative damage and their impact on contracting muscle. Antioxidants in sport nutrition, Chapter-1. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.1201/b17442-1/mechanisms-oxidative-damage-impact-contracting-muscle-chad-kerksick-micah-zuhl> (DOI:10.1201/b17442-1)
29. Sies, H. (2015). Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. *Redox biology*, 4, 180-183. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2015.01.002>
30. Kawamura, T., & Muraoka, I. (2018). Exercise-induced oxidative stress and the effects of antioxidant intake from a physiological viewpoint. *Antioxidants*, 7(9), 119. <https://doi.org/10.3390/antiox7090119>
31. Webb, R., Hughes, M. G., Thomas, A. W., & Morris, K. (2017). The ability of exercise-associated oxidative stress to trigger redox-sensitive signalling responses. *Antioxidants*, 6(3), 63. <https://doi.org/10.3390/antiox6030063>
32. Tarhan, N. *Keten tohumu ve diyabetik kardiyovasküler komplikasyonlar* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
33. Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodriguez, P., Manna, P. P., ... & Battino, M. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules*, 23(9), 2322.
34. Williamson, G. (2017). The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition bulletin*, 42(3), 226-235. <https://doi.org/10.1111/nbu.12278>
35. González-Castejón, M., & Rodríguez-Casado, A. (2011). Dietary phytochemicals and their potential effects on obesity: a review. *Pharmacological research*, 64(5), 438-455. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.07.004>
36. Brglez Mojzer, E., Knez Hrnčič, M., Škerget, M., Knez, Ž., & Bren, U. (2016). Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*, 21(7), 901. <https://doi.org/10.3390/molecules21070901>
37. Hussain, M. B., Hassan, S., Waheed, M., Javed, A., Farooq, M. A., & Tahir, A. (2019). Bioavailability and metabolic pathway of phenolic compounds. In *Plant physiological aspects of phenolic compounds*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.84745
38. Santos, R. M. M., & Lima, D. R. A. (2016). Coffee consumption, obesity and type 2 diabetes: a mini-review. *European journal of nutrition*, 55, 1345-1358. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1206-0>
39. MacRae, H. S., & Mefferd, K. M. (2006). Dietary antioxidant supplementation combined with quercetin improves cycling time trial performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 16(4), 405-419. <https://doi.org/10.1123/ijsem.16.4.405>
40. Darvishi, L., Ghiasvand, R., Hariri, M., Askari, G., Rezai, P., Aghaie, M., ... & Mashhadi, N. S. (2013). Quercetin supplementation does not attenuate exercise performance and body composition in young female swimmers. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(Suppl 1), S43. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3665024/>
41. O'Fallon, K. S., Kaushik, D., Michniak-Kohn, B., Dunne, C. P., Zambraski, E. J., & Clarkson, P. M. (2012). Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 22(6), 430-437. <https://doi.org/10.1123/ijsem.22.6.430>
42. Daneshvar, P., Hariri, M., Ghiasvand, R., Askari, G., Darvishi, L., Mashhadi, N. S., & Khosravi-Boroujeni, H. (2013). Effect of eight weeks of quercetin supplementation on exercise performance, muscle damage and body muscle in male badminton players. *International journal of preventive medicine*, 4(Suppl 1), S53. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3665027/>
43. Askari, G., Ghiasvand, R., Karimian, J., Feizi, A., Paknahad, Z., Sharifirad, G., & Hajishafiei, M. (2012). Does quercetin and vitamin C improve exercise performance, muscle damage, and body composition in

- male athletes?. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 17(4), 328. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3526124/>
44. Somerville, V., Bringans, C., & Braakhuis, A. (2017). Polyphenols and performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47, 1589-1599. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0675-5>
  45. Sgrò, P., Ceci, R., Lista, M., Patrizio, F., Sabatini, S., Felici, F., ... & Di Luigi, L. (2021). Quercetin modulates IGF-I and IGF-II levels after eccentric exercise-induced muscle-damage: a placebo-controlled study. *Frontiers in Endocrinology*, 1412. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.745959>
  46. Martin-Rincon, M., Gelabert-Rebato, M., Galvan-Alvarez, V., Gallego-Selles, A., Martinez-Canton, M., Lopez-Rios, L., ... & Calbet, J. A. (2020). Supplementation with a mango leaf extract (Zynamite®) in combination with quercetin attenuates muscle damage and pain and accelerates recovery after strenuous damaging exercise. *Nutrients*, 12(3), 614. <https://doi.org/10.3390/nu12030614>
  47. Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
  48. Tzima, K., Brunton, N. P., & Rai, D. K. (2018). Qualitative and quantitative analysis of polyphenols in Lamiaceae plants—A review. *Plants*, 7(2), 25. <https://doi.org/10.3390/plants7020025>
  49. Mattera, R., Benvenuto, M., Giganti, M. G., Tresoldi, I., Pluchinotta, F. R., Bergante, S., ... & Bei, R. (2017). Effects of polyphenols on oxidative stress-mediated injury in cardiomyocytes. *Nutrients*, 9(5), 523. <https://doi.org/10.3390/nu9050523>
  50. Jówko, E., Długołęcka, B., Makaruk, B., & Cieśliński, I. (2015). The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *European journal of nutrition*, 54, 783-791.
  51. Panza, V. S. P., Wazlawik, E., Schütz, G. R., Comin, L., Hecht, K. C., & da Silva, E. L. (2008). Consumption of green tea favorably affects oxidative stress markers in weight-trained men. *Nutrition*, 24(5), 433-442. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.01.009>
  52. Sobhani, V., Mehrtash, M., Shirvani, H., & Fasihi-Ramandi, M. (2020). Effects of short-term green tea extract supplementation on VO2 max and inflammatory and antioxidant responses of healthy young men in a hot environment. *International Journal of Preventive Medicine*, 11. [https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM\\_64\\_19](https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_64_19)
  53. Sadowska-Krępa, E., Domaszewski, P., Pokora, I., Żebrowska, A., Gdańska, A., & Podgórski, T. (2019). Effects of medium-term green tea extract supplementation combined with CrossFit workout on blood antioxidant status and serum brain-derived neurotrophic factor in young men: A pilot study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0280-0>
  54. Dolinsky, V. W., Jones, K. E., Sidhu, R. S., Haykowsky, M., Czubyrt, M. P., Gordon, T., & Dyck, J. R. (2012). Improvements in skeletal muscle strength and cardiac function induced by resveratrol during exercise training contribute to enhanced exercise performance in rats. *The Journal of physiology*, 590(11), 2783-2799. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.230490>
  55. Hart, N., Sarga, L., Csende, Z., Koltai, E., Koch, L. G., Britton, S. L., ... & Radak, Z. (2013). Resveratrol enhances exercise training responses in rats selectively bred for high running performance. *Food and chemical toxicology*, 61, 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.051>
  56. Price, N. L., Gomes, A. P., Ling, A. J., Duarte, F. V., Martin-Montalvo, A., North, B. J., ... & Sinclair, D. A. (2012). SIRT1 is required for AMPK activation and the beneficial effects of resveratrol on mitochondrial function. *Cell metabolism*, 15(5), 675-690. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.04.003>

57. McNulty, L. S., Miller, L. E., Hosick, P. A., Utter, A. C., Quindry, J. C., & McNulty, S. R. (2013). Effect of resveratrol and quercetin supplementation on redox status and inflammation after exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(7), 760-765. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0455>
58. Dolinsky, V. W., & Dyck, J. R. (2014). Experimental studies of the molecular pathways regulated by exercise and resveratrol in heart, skeletal muscle and the vasculature. *Molecules*, 19(9), 14919-14947. <https://doi.org/10.3390/molecules190914919>
59. Martins, N. C., Dorneles, G. P., Blembeel, A. S., Marinho, J. P., Proença, I. C. T., da Cunha Goulart, M. J. V., ... & Ribeiro, J. L. (2020). Effects of grape juice consumption on oxidative stress and inflammation in male volleyball players: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 54, 102570. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102570>
60. de Lima Tavares Toscano, L., Silva, A. S., de França, A. C. L., de Sousa, B. R. V., de Almeida Filho, E. J. B., da Silveira Costa, M., ... & da Conceição Rodrigues Gonçalves, M. (2020). A single dose of purple grape juice improves physical performance and antioxidant activity in runners: a randomized, crossover, double-blind, placebo study. *European Journal of Nutrition*, 59, 2997-3007. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02453-4>
61. Tsao, J. P., Liu, C. C., Wang, H. F., Bernard, J. R., Huang, C. C., & Cheng, I. S. (2021). Oral Resveratrol supplementation attenuates exercise-induced Interleukin-6 but not Oxidative Stress after a high intensity cycling challenge in adults. *International Journal of Medical Sciences*, 18(10), 2137. <https://www.medsci.org/v18p2137.htm>
62. Baltaci, S. B., Mogulkoc, R., & Baltaci, A. K. (2016). Resveratrol and exercise. *Biomedical reports*, 5(5), 525-530. <https://doi.org/10.3892/br.2016.777>
63. de Sousa, B. R. V., de Lima Tavares Toscano, L., de Almeida Filho, E. J. B., Sena, K. F., Costa, M. S., de Souza Cunha, R. C., ... & Silva, A. S. (2022). Purple grape juice improves performance of recreational runners, but the effect is genotype dependent: a double blind, randomized, controlled trial. *Genes & Nutrition*, 17(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12263-022-00710-1>
64. Hurst, R. D., Wells, R. W., Hurst, S. M., McGhie, T. K., Cooney, J. M., & Jensen, D. J. (2010). Blueberry fruit polyphenolics suppress oxidative stress-induced skeletal muscle cell damage in vitro. *Molecular nutrition & food research*, 54(3), 353-363. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900094>
65. Lynn, A., Garner, S., Nelson, N., Simper, T. N., Hall, A. C., & Ranchordas, M. K. (2018). Effect of bilberry juice on indices of muscle damage and inflammation in runners completing a half-marathon: A randomised, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0227-x>
66. Castro-Acosta, M. L., Smith, L., Miller, R. J., McCarthy, D. I., Farrimond, J. A., & Hall, W. L. (2016). Drinks containing anthocyanin-rich blackcurrant extract decrease postprandial blood glucose, insulin and incretin concentrations. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 38, 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.09.002>
67. Godwin, C., Cook, M. D., & Willems, M. E. (2017). Effect of New Zealand blackcurrant extract on performance during the running based anaerobic sprint test in trained youth and recreationally active male football players. *Sports*, 5(3), 69. <https://doi.org/10.3390/sports5030069>
68. Strauss, J. A., Willems, M. E., & Shepherd, S. O. (2018). New Zealand blackcurrant extract enhances fat oxidation during prolonged cycling in endurance-trained females. *European journal of applied physiology*, 118, 1265-1272. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3858-3>
69. Bell, P. G., McHugh, M. P., Stevenson, E., &

- Howatson, G. (2014). The role of cherries in exercise and health. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(3), 477-490. <https://doi.org/10.1111/sms.12085>
70. Bell, P. G., Walshe, I. H., Davison, G. W., Stevenson, E., & Howatson, G. (2014). Montmorency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling. *Nutrients*, 6(2), 829-843. <https://doi.org/10.3390/nu6020829>
71. McCormick, R., Peeling, P., Binnie, M., Dawson, B., & Sim, M. (2016). Effect of tart cherry juice on recovery and next day performance in well-trained Water Polo players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0151-x>
72. Connolly, D. A. J., McHugh, M. P., & Padilla-Zakour, O. I. (2006). Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *British journal of sports medicine*, 40(8), 679-683. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.025429>
73. Crum, E. M., Barnes, M. J., & Stannard, S. R. (2018). Multiday pomegranate extract supplementation decreases oxygen uptake during submaximal cycling exercise, but cosupplementation with n-acetylcysteine negates the effect. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(6), 586-592. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0407>
74. Allgrove, J., Farrell, E., Gleeson, M., Williamson, G., & Cooper, K. (2011). Regular dark chocolate consumption's reduction of oxidative stress and increase of free-fatty-acid mobilization in response to prolonged cycling. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 21(2), 113-123. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.2.113>
75. Patel, R. K., Brouner, J., & Spendiff, O. (2015). Dark chocolate supplementation reduces the oxygen cost of moderate intensity cycling. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0106-7>
76. Chilelli, N. C., Ragazzi, E., Valentini, R., Cosma, C., Ferrareso, S., Lapolla, A., & Sartore, G. (2016). Curcumin and boswellia serrata modulate the glyco-oxidative status and lipo-oxidation in master athletes. *Nutrients*, 8(11), 745. <https://doi.org/10.3390/nu8110745>
77. McFarlin, B. K., Venable, A. S., Henning, A. L., Sampson, J. N. B., Pennel, K., Vingren, J. L., & Hill, D. W. (2016). Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. *BBA clinical*, 5, 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.02.003>
78. Basham Ms, Waldman H.S., Krings B.M Lamberth J., Smith J.E.W., McAllister, M.J. (2020) Effect of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress, Inflammation, Muscle Damage, and Muscle Soreness. *J Diet Suppl*, 17(4), 401-414. <https://doi.org/10.1080/19390211.2019.1604604>
79. Pazır, F. & Alper, Y. (2016). Keçiboynuzu Meyvesi *Ceratonia siliqua* L. ve Sağlık . *Akademik Gıda*,14(3),302-306.Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55782/763560>



TOROS UNIVERSITY  
**JOURNAL OF FOOD, NUTRITION AND GASTRONOMY**

VOLUME/CİLT: 2

YEAR/YIL: 2023

E-ISSN: 2979-9511

DOI: 10.58625/jfng



**Toros University**



Journal of Food, Nutrition and Gastronomy  
Toros Üniversitesi Gıda, Beslenme ve Gastronomi Dergisi



**HOLISTENCE**  
publications