

Meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ve toplam antioksidan kapasitelerinin araştırılması

Dilara TURAN¹, İsmail Hakkı TEKİNER², Leila MEHDIZADEHTAPEH³, Serap ANDAÇ¹, Dilek YALÇIN⁴

Cite this article as:

Turan, D., Tekiner, İ.H. Mehdizadehtapeh, L., Andaç, S., Yalçın, D. (2025). Meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri ve toplam antioksidan kapasitelerinin araştırılması. Food and Health, 11(2), 114-126. <https://doi.org/10.3153/FH25009>

¹ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Bağımsız Araştırmacı, İstanbul, Türkiye

³ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Rize, Türkiye

⁴ Başkent Üniversitesi, Kahramankazan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID IDs of the authors:

D.K. 0000-0002-2560-5458

İ.H.T. 0000-0002-7248-2446

L.M. 0000-0001-8759-5016

S.A. 0000-0002-6253-4118

D.Y. 0000-0003-2127-8186

Submitted: 20.11.2024

Revision requested: 17.12.2024

Last revision received: 17.12.2024

Accepted: 24.12.2024

Published online: 05.03.2025

Correspondence:

İsmail Hakkı TEKİNER

E-mail: ihatekiner@gmail.com



© 2025 The Author(s)

Available online at

<http://jfh.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Meyveli barlar, tüketicilerin günlük nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak amacı ile, farklı meyvelerin doğal şekerler, vitaminler ve mineraller ile bir araya getirildiği ürünlerdir. Bu çalışmada, meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri (TFİ) ve toplam antioksidan kapasitelerinin (TAK) araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, 3 yerli markadan 5'er adet olmak üzere toplam 15 adet meyveli bar tedarik edilmiştir. Toplanan örneklerde ve ekstraktlarında, TFİ (mg GAE/100 g) ve TAK (mg TE/100 g) ortalama değerleri sırasıyla, Folin-Ciocalteu ve DPPH yöntemleri ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, 6.87 ± 1.92 mg GAE/100g ve 14.45 ± 0.55 mg TE/100g; ekstraktlarında ise 4.88 ± 0.21 mg GAE/100g ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirmeye göre, ürünlerin ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Özetle, atıştırılabilir meyveli bar ürünlerinin TFİ ve TAK biyoyararlanım akıbetleri ile sitotoksik etkilerinin *in vitro* ve moleküler tabanlı teknikler ile hücresel düzeyde daha ayrıntılı incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Meyveli bar, Fenolik içerik, Antioksidan kapasite

ABSTRACT

Investigation of total phenolic contents and total antioxidant capacities of fruit bars and their extracts

Fruit bars are the products manufactured to meet the daily nutritional needs of consumers by combining various fruits with natural sugars, vitamins and minerals. The objective of this study was to investigate the total phenolic Contents (TPC) and total antioxidant capacities (TAC) of fruit-based bars and their extracts. Therefore, a total of 15 fruit bars, 5 each from 3 different domestic brands were collected. The collected samples and their extracts were analyzed for TPC (mg GAE/100 g) by Folin-Ciocalteu and TAC (mg TE/100g) by DPPH methods in pre- and post extracts, respectively. The results showed that the average TFI and TAC values of the samples were determined to be 6.87 ± 1.92 mg GAE/100g and 14.45 ± 0.55 mg TE/100g, while those of their extracts were found to be 4.88 ± 0.21 mg GAE/100g and 4.92 ± 0.53 mg TE/100g, respectively. The statistical evaluation revealed that there was a significant correlation between TIF and TAC values of the fruit bars and their extracts ($p < 0.05$). Overall, we concluded that the bioavailability fate of TFC and TAC as well as their cytotoxic effects in the snack fruit bar products should be investigated in detail at cellular level by *in vitro* and molecular-based techniques.

Keywords: Nutrition, Fruit bar, Phenolic content, Antioxidant capacity

Giriş

Tarihte ilk atıştırılmalık olarak bilinen “Pastéli” geçmişi antik Yunanistan’a kadar uzanmaktadır. Bu geleneksel ürün, tarihi süreç içerisinde beslenme alışkanlıkları ve gıda kültürü açısından önemli bir yer tutmaktadır. Susam tohumları, bal ve fındık içeren bu antik barın yanı sıra, 1869 yılında tesadüfen keşfedilen bir diğer atıştırılmalık bar ise ‘Kendal Naneli Kek’ olarak bilinen üründür. Modern anlamda, atıştırılmalık barlar 1973 yılında askeri personel ve astronotlar için Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Teşkilatı (NASA), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hava Kuvvetleri ve Pillsbury ŞTİ. tarafından enerji değeri ve nütrisyonel içeriği yüksek ürünler sunmak amacı ile geliştirilmiştir (Lemon ve Olives, 2024). 1980’li yıllara gelindiğinde PowerBar, The Clif Bar, Deer Valley McHenergy Bar ve Trail Hiker Bar gibi ürünler piyasalara sürülmüştür. Son yıllarda tüketicilerin taleplerine göre, bitkisel proteinler, tahıllar, kuruyemişler ve çeşitli süper gıdalarla zenginleştirilmiş barlar raflarda yer almaya başlamıştır (Barakat ve Alfheaid, 2024).

Atıştırılmalık barlar, özellikle yoğun yaşam temposuna sahip bireyler için pratik bir gıda seçeneği olarak büyük ilgi görmektedir. Birçok atıştırılmalık bar, protein, lif, vitaminler ve mineraller gibi besin öğeleriyle zenginleştirilmiştir (Brown ve ark., 2021). Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı besinlerde yaygın olarak bulunan ve antioksidan kapasiteleri ile bilinen biyoaktif maddelerdir (Singh ve ark., 2022). Fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarını önlemekte ve dolayısıyla pek çok kronik hastalığa karşı koruma sağlamaktadır (Manach ve ark., 2004).

Modern yaşam tarzlarındaki değişiklikler atıştırılmalık ürünlerin nütrisyonel değerleri ve sağlık faydaları hakkında ilgi çekmeyi başarmıştır. Gıda endüstrisi, tüketicilerin bu yöndeki beklentilerini karşılayabilmek için, atıştırılmalık ürün yelpazesini zenginleştirmiş ve çeşitlendirmiştir (Lee ve ark., 2024). Atıştırılmalık ürün kategorisinde öne çıkan meyve barları, içerdikleri vitamin, mineral ve lif açısından zengin kuru meyveler ile yağ kaynağı olan kuruyemişlerin birlikte formüle edildikleri ürünlerdir (Munir ve ark., 2016). Kurutulmuş meyveler, ürünlere çok yönlü tat ve aroma kazandırmak için de kullanılmaktadır. Yoğun yaşam tarzı, artan kentleşme ve değişen diyet tercihleri, atıştırılmalık seçeneklerine olan talebi arttırmaktadır (Potter vd., 2013). Dışsal faktörler ve kişisel tercihler, kişinin besin seçimini ve beslenme sonuçlarını etkileyen faktörlerdir (Fandetti ve ark., 2023).

Atıştırma ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarının iştah kontrolü, vücut ağırlığının düzenlenmesi, diyabetli birey-

lerde kan şekeri düzeylerinin yönetimi ve diğer sağlık sorunları üzerinde olumlu etkiler yarattığına dair bulgular mevcuttur (Almoraie ve ark., 2021). 1970 ve 2005 yılları arasında, günde üç veya daha fazla atıştırılmalık tüketenlerin sayısı dört kat artmıştır. Günümüzde, atıştırılmalıkların, bireylerin günlük enerji alımının yaklaşık %25-35’ini oluşturduğuna dair son tahminler yapılmıştır (Schlinkert ve ark., 2020). Bu veriler ışığında, ‘ideal atıştırma’ kavramının, bireyler tarafından nasıl algılandığının daha derinlemesine anlaşılması hem sağlıklı beslenme stratejilerinin oluşturulması hem de bu alışkanlıkların sağlık üzerindeki etkilerinin daha iyi değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Küresel atıştırılmalık bar pazar büyüklüğü 2025 yılı itibarıyla 692,5 milyar dolardır. Kuzey Amerika, atıştırılmalık barlar pazarında lider konumda olup, Avrupa da önemli bir pazar payına sahiptir. Avrupa, Asya Pasifik ve Kuzey Amerika bölgelerinde sağlıklı atıştırılmalık pazarının 2025 yılına kadar 32,8 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Barakat ve Alfheaid, 2023).

Genel olarak, meyve barları taze meyvelerden daha konsantre oldukları için yüksek besin değerine sahiptirler. Antioksidan kapasitesi, bir maddenin ya da organizmanın serbest radikalleri etkisiz hale getirme gücü olup, sağlık açısından son derece kritik bir role sahiptir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Bu bileşiklerin sağlık etkileri, vücut tarafından ne derece emilip kullanılabilirliklerine, yani biyoyararlanımlarına bağlıdır (Melini ve ark., 2020). Biyoyararlanım, besin matrisi, sindirim sürecinin doğası ve biyotransformasyon gibi çeşitli etmenlerden etkilenmektedir. Bu nedenle, fenolik bileşiklerin etkinliği ve sağlık üzerindeki yararlarını optimize etmek için bu faktörlerin incelenmesi gereklidir (Pinarli ve ark., 2020). Bu nedenle, meyvelerden atıştırılmalık barlarda faydalanmak sağlıklı beslenme için destek olabilir (Domínguez-Hernández ve ark., 2023).

Bu çalışmada, meyveli barlar ve ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri (TFİ) ve toplam antioksidan kapasitelerinin (TAK) araştırılması amaçlanmıştır. Modern yaşamın hızlı temposunda, sağlıklı atıştırılmalıklar, bireylerin günlük beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ancak, bu ürünlerin içerikleri ve biyolojik etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu bağlamda, meyveli barların besinsel değerlerini, fenolik içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini değerlendirerek, bu tür atıştırılmalıkların sağlık üzerinde olumlu bir etki sağlayıp sağlamadığını belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca, meyveli barların sindirim süreçleri sonrası biyoyararlanım özelliklerinin incelenmesi, bu

ürünlerin vücutta nasıl etki gösterdiği konusunda daha derin bir anlayış geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada kullanılan meyveli barlar, 3 ayrı yerel markadan (Marka 1, Marka 2 ve Marka 3) 5'er adet ve toplam 15 adet olmak üzere İstanbul ilindeki marketlerden tedarik edilmiştir (Tablo 1, Tablo 2).

Toplam Fenolik İçerik (TFİ) Testi

Çözeltilerin Hazırlanışı

5 mL folin reaktifi (sodyum 1,2-naftokinon-4-sülfonat) (Merck 109001, Darmstadt, Almanya) 50 mL distile suya eklenmiştir. 15 g sodyum karbonat (Na_2CO_3) (Merck 1.06392) distile su ile çözdürülerek hacmi 250 mL'ye tamamlanmıştır.

Ekstraksiyon çözeltisi için, %0,1 formik asit (Sigma Aldrich 695076, Darmstadt, Almanya) ve %75 metil alkol (Sigma Aldrich 179957) karıştırılarak, çözelti hacmi distile su ile %100'e tamamlanmıştır.

Örneklerin Hazırlanışı ve TFİ Analizi

Örneklerin Toplam Fenolik İçerik (TFİ) değeri Folin-Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) çalışması izlenerek belirlenmiştir.

İlk olarak, örneklerden çözeltiler hazırlanmış ve santrifüj edilmiştir. Santrifüj bitiminde, süpernatanttan 0,1 mL pipet ile çekilerek, üzerine sırasıyla 0.75 mL %6'luk Na_2CO_3 (Sigma Aldrich 1.06392) ve 0.75 mL folin reaktifi eklenmiştir.

Ekstraksiyon çözeltisi ile elde edilen ekstraktlar santrifüj edilerek supernatant kısmından dan 0.1 mL pipet ile çekilerek, üzerine sırasıyla 0.75 mL %6'luk Na_2CO_3 ve 0.75 mL folin reaktifi eklenmiştir.

Kör numune için %80 metanol (Merck 1849-29-2) solüsyonundan 0.1 mL alınmış ve 0,75 mL %6'luk Na_2CO_3 ek-

lenmiştir. Karışıma 0.75 mL folin reaktifi konularak, karanlık ortamda ve oda sıcaklığı koşullarında 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon bitiminde, UV spektrofotometre (Shimadzu UV-1700 UV-Vis, Japonya) ile 760 nm dalgaboyunda absorbans okumaları alınmıştır. Elde edilen absorbans okumaları, gallik asit için elde edilen kalibrasyon eğrisi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar mg/100 g gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır. TFİ absorbans okuması her örnek için ekstraksiyon öncesi ve ertesi olmak üzere üçer defa tekrar edilmiştir.

Tablo 1. Meyve barları ve içerikleri

Table 1. Fruit bars and contents

Marka/Örnek	Meyve İçeriği	Adeti
Marka 1/1	Vanilya	1
Marka 1/2	Portakal	1
Marka 1/3	Elma	1
Marka 1/4	Çilek	1
Marka 1/5	Bal Kabaklı	1
Marka 2/1	Turna Yemişi	1
Marka 2/2	Yaban Mersini	1
Marka 2/3	Muz	1
Marka 2/4	Portakal	1
Marka 2/5	Elma	1
Marka 3/1	Erik	1
Marka 3/2	Elma	1
Marka 3/3	Kayısı	1
Marka 3/4	İncir	1
Marka 5/5	Portakal	1
	Toplam	15

Tablo 2. Meyve barlarının enerji ve besin içerikleri**Table 2.** Energy and nutritional contents of fruit bars

Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 1						
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	359	336	344	379	346	353	17
Yağ (g)	11	10	6.3	15	8.2	10.1	3.3
Doymuş Yağ (g)	2.5	2.6	0.6	3	0.9	1.9	1.1
Karbonhidrat (g)	49	49	60	44	52	51	6
Şekerler (g)	34	42	41	38	43	40	4
Lif (g)	15	14	13	16	16	15	1
Protein (g)	8.2	6	5.2	7.8	7.9	7.0	1.3
Tuz (g)	0.01	0	0.01	0.02	0.06	0.02	0.02
Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 2						
	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	370	407	353	344	351	365	25
Yağ (g)	7	14	7	1.3	2	6.3	5.1
Doymuş Yağ (g)	2.2	2.6	4.4	0.7	1.2	2.2	1.4
Karbonhidrat (g)	62	51	36	73	75	59	16
Şekerler (g)	32	29	32	34	43	34	5
Lif (g)	9.6	12	7.8	7.7	7.1	8.8	2.0
Protein (g)	9.8	14	33	6.7	5.1	13.7	11.3
Tuz (g)	0.06	0.06	0.56	0.08	0.09	0.17	0.22
Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 3						
	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	403	423	381	419	387	403	19
Yağ (g)	17	17	15	19	12	16	3
Doymuş Yağ (g)	1.5	1.4	1.7	1.6	6.7	2.6	2.3
Karbonhidrat (g)	50	55	55	52	59	54	3
Şekerler (g)	30	44	41	46	44	41	6
Lif (g)	9.9	10	12	11	12	11	1
Protein (g)	7.3	7.3	1.2	7.3	4.3	5.5	2.7
Tuz (g)	0.20	0.4	0.50	0.50	0.50	0.4	0.1

Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Testi

Çözeltilerin Hazırlanışı

İlk olarak, örneklerden çözeltiler hazırlanmıştır. Bu işlem için, 12 mg 1,1-difenil-2 pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich D9132) 300 mL metanolde çözülürülerek DPPH solüsyonu hazırlanmıştır.

Ekstraksiyon çözeltisi için, %0,1 formik asit (Sigma Aldrich 695076) ve %75 metil alkol (Sigma Aldrich 179957) içeren çözeltinin hacmi distile su ile %100'e tamamlanmıştır.

Örneklerin Hazırlanışı ve TAK Analizi

Örnekler ve ekstraktlarının Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) analizi, DPPH metodu ve Kumaran ve Karunakaran (2006) çalışması takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

Ekstraksiyon öncesi, örnek çözeltilerinden ekstraktlar elde edilmiş ve devamında ise santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerden 0,1 mL supernatant alınarak, üzerine 2 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir.

Ekstraksiyon sonrası için, örnekler ekstraksiyon çözeltisi ile muamele edilerek ekstrakte edilmişlerdir. Elde edilen ekstraktlar santrifügasyona maruz bırakılmıştır. Santrifüj bitiminde elde edilen supernatantlardan 0,1 mL alınmış ve üzerine 2 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir.

Kör numune için %80 metanol çözeltisinden 0,1 mL pipetlenmiş ve 2 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. Bu işlemin ardından, çözelti, oda sıcaklığı ve karanlık koşullarda 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda, çözelti absorbansı 517 nm dalgaboyunda UV spektrofotometre (Shimadzu UV-1700 UV-Vis, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. TAK değeri, Trolox Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi (mg TE/100 g) eşdeğerinden hesaplanmıştır.

İstatistik Analiz

Meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerlerinin medyan ve standart sapma (Ss.) (\pm) değerleri MS Excel ile hesaplanmıştır. Ürünler ve ekstraktlarının ortalamaya değerlerin karşılaştırmaları grup içi için t-testi ve gruplar arası içinse Pearson Korelasyon Katsayısı testi analiz edilmiştir ($p < 0.05$). İstatistik analiz SPSS 20 (IBM Corporation, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. Meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, 6.87 ± 1.92 mg GAE/100 g ve 14.45 ± 0.55 mg TE/100 g; ekstraktlarında ise 4.88

± 0.21 mg GAE/100 g ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirme, ürünlerin ve ekstraktlarının gruplararası TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p=0.01$).

Enerji ve Nütrisyonel İçerikleri

Toplanan meyveli barların enerji ve nütrisyonel içerikleri etiket bilgileri baz alınarak elde edilmiştir. Buna göre, örneklerin, enerji içeriğinin 353-403 kkal/100 g, yağ düzeyinin 6.3-16 g/100 g, karbonhidrat seviyesinin 51-59 g/100 g, lif miktarının 8.8-15 g/100 g, protein içeriğinin 5.5-13.7 ile tuz düzeyinin ise 0.02-0.22 g/100 g aralıklarında değiştiği görülmüştür. Atıştırmalık üründe yeterli nütrisyonel profil elde etmek için, diğer bileşenlerin yanı sıra, protein, diyet lifi, karbonhidrat, vitaminler ve minerallerden faydalanılmalıdır (Martín-Esparza ve ark., 2023). Meyveler, antioksidanlarca zengin kaynaklar olup, kardiyovasküler sağlık, kilo kontrolü ve bazı hastalıklara karşı koruyucu özellikleri bulunmaktadır (Mihaylova ve ark., 2022). Literatürde, atıştırmalık meyveli barların enerji ve nütrisyonel içerikleri hakkında çalışmalar bulunmaktadır. Hindistan'da satılan ürünlerin toplam enerji içeriği 502 kkal/100 g, doymuş yağ içeriği 49.3 g/100 g ve tuz içeriği 14.6 g/100 g olarak bildirilmiştir (Alhalabi ve ark., 2024). ABD'de ise enerji içeriği 76-214 kkal/100 g olarak değişmektedir (Green ve ark., 2017). İngiltere'de satılan barların nütrisyonel değerleri, 100 g porsiyon başına, 400 kkal, 0,6 g protein, 0,3 g toplam yağ, 0,1 g doymuş yağ, 7.9 g karbonhidrat, 7.4 g şeker ve 0.01 g tuz olarak bildirilmiştir (Reale ve ark., 2019). İspanya'da, atıştırmalık ürünlerin yüksek-orta yağ, doymuş yağ, tuz ve şeker içeriğine sahip oldukları rapor edilmiştir (Lasala ve ark., 2022). Suudi Arabistan'da yürütülen bir incelemede, %25 kuru üzüm, %12.5 incir ve %12.5 kayısı içeren barların enerji içerikleri 376-378 kkal/100 g belirlenmiştir (Alfheaid ve ark., 2023). Pakistan'da ise meyveli barların en yüksek lif oranının %8.1 ile Hindistan cevizi tozu içeren ürünlerde bulunduğu ve 387 kkal/100 g enerji içeriğine sahip oldukları bildirilmiştir (Shaheen ve ark., 2013).

Özetle, bu çalışmada, tüketimi ve ürün çeşitliliği artıran meyve barlarının enerji ve nütrisyonel içeriklerinin, dünyada satılan diğer ürünler ile benzerlikler gösterdiği ve sağlıklı atıştırmalık üretiminde meyvelerin önemi ve gelişmeye açık bir alan olduğu anlaşılmıştır.

Toplam Fenolik İçerik (TFİ) Bulguları

Bu araştırmada, atıştırmalık meyve barlarının ve ekstraktlarının TFİ değerleri Folin–Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) çalışması izlenerek belirlenmiştir. TFİ değerleri, ekstraksiyon öncesi ve sonrası mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Folin–Ciocalteu yöntemi, TFİ tayininde sıklıkla kullanılan bir metottur. Bu

yöntem, yüksek fenolik içerik ile yüksek antioksidan kapasitesi arasındaki bağlantıya dayandığı için tercih edilmektedir. Fenolik bileşikler molekül yapılarındaki hidroksil (OH⁻) grupları sebebiyle etkili elektron donörleridir. Ayrıca, hücre içindeki endojen antioksidan molekülleri stimüle edebilmektedirler (Aryal ve ark., 2019).

Tablo 3. Meyve barlarının TFİ bulguları**Table 3.** TPC findings of fruit bars

Örnek no	Ürün					Ekstraktı				
	1	2	3	Medyan	Ss	1	2	3	Medyan	Ss
Marka	8.59	8.60	8.60	8.59	0	14.02	14.0	14.0	14.02	0.02
Marka	4.93	4.92	4.94	4.93	0.01	16.85	16.8	16.8	16.86	0.01
Marka	8.57	8.59	8.58	8.57	0.01	12.00	12.0	12.0	12.00	0.01
Marka	6.25	6.28	6.27	6.25	0.01	16.03	16.0	16.0	16.04	0.01
Marka	7.90	7.92	7.91	7.90	0.01	15.11	15.1	15.1	15.11	0
Medyan/Ss (±)				7.26	1.49	Medyan/Ss (±)			14.81	1.75
Marka	5.19	5.19	5.18	5.19	0.01	13.89	13.9	13.9	13.90	0.01
Marka	3.69	3.69	3.69	3.69	0	18.31	18.3	18.3	18.30	0.01
Marka	2.65	2.67	2.67	2.65	0.01	19.30	19.3	19.3	19.30	0.01
Marka	5.35	5.36	5.35	5.35	0.01	12.38	12.3	12.3	12.39	0
Marka	7.04	7.05	7.05	7.04	0.01	9.71	9.70	9.70	9.70	0
Medyan/Ss (±)				4.79	1.55	Medyan/Ss (±)			14.72	3.74
Marka	5.68	5.68	5.68	5.68	0	13.35	13.3	13.3	13.34	0.01
Marka	9.14	9.13	9.15	9.14	0.01	13.84	13.8	13.8	13.84	0
Marka	8.91	8.91	8.92	8.92	0	12.65	12.6	12.6	12.65	0
Marka	5.95	5.96	5.97	5.96	0.01	12.39	12.3	12.3	12.38	0.01
Marka	13.18	13.1	13.1	13.18	0.01	16.85	16.8	16.8	16.84	0
Medyan/Ss (±)				8.58	2.81	Medyan/Ss (±)			13.81	1.66

Bu çalışmada, meyve barlarının TFİ ortalaması 6.87 ± 1.92 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde, TİF düzeyi en yüksek olan üç ürün, portakallı (13.18 ± 0.01), elmalı (9.14 ± 0.01) ve kayısı (8.92 ± 0.00) barlar iken, TİF düzeyi en düşük iki ürün ise, muzlu (2.65 ± 0.01) ve yaban mersinli (3.69 ± 0.00) atıştırılmalıklardır. Atıştırılmalık ürünlerde yeterli nutrisyonel profil elde etmek için fenolik bileşiklerce zengin girdileri seçmek önemlidir (Martín-Esparza vd., 2023). Literatürde, portakal, elma, kayısı, muz ve yaban mersininin fenolik içerikleri sırasıyla, 310.2-575.1, 210-300, 57.3-571.9, 75.0-685.6 ve 311 mg GAE/100 g olarak bildirilmiştir (Camacho ve ark., 2022; Kritsi ve ark., 2023). Atıştırılmalıkların nutrisyonel kaliteleri 100 g porsiyon için bileşenlerin ayrıca hesaplanması ve ağırlıklandırılması ile yapılmalıdır. Bu şekilde, bir öğünde atıştırılmalık kalitesi orantılı olarak formüle edilebilecektir (Murakami, 2017). Bu çalışmada, meyve barlarının TFİ değerlerinin kullanılan meyvelerin ham TFİ değerlerinden nispeten düşük olduğu görülmüştür. Özetle, incelenen meyveli barların formülasyonlarında, meyve oranı ile üretim teknolojisinin (ekstrüzyon) yol açtığı nutrisyonel kayıpların dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Literatürde, elmalı barın TFİ değeri 145 mg GAE/100 g ve ekstrakt fenolik seviyesi ise 222-287 mg GAE/100 g olarak rapor edilmiştir (Sun-Waterhouse vd., 2009). Bir diğer çalışmada, hurma ezmesi veya kuru meyve karışımı (%25 kuru üzüm, %12,5 incir ve %12,5 kayısı) içeren ürünün TFİ 1374 ± 173 mg GAE/100 g bildirilmiştir (Alfheaid vd., 2023). İncirli barın TFİ 284,2 mg GAE/100 g tespit edilmiştir (Aslam vd., 2023). Ayrıca, bir diğer araştırma, ürün formülasyonunda kuru kayısı oranını arttırmanın yüksek TFİ ile sonuçlandığını göstermiştir (Aslam vd., 2023). Başka bir incelemede, kayısı ve incir miksi meyve barlarının TFİ değerleri 309.8-975.2 mg GAE/100 g aralığında hesaplanmıştır (Karakas ve Tontul, 2021). Farklı oranlarda mango ekstraktı ile zenginleştirilmiş meyve barlarının TFİ 405.9 mg GAE/100 g ölçülmüştür (Safdar vd., 2021). Özetle, bu çalışmada incelenen meyve barlarının TFİ değerleri Uluslararası literatür ile benzerlikler taşıdığı görülmüştür. Ürünlerin TFİ düzeylerinin değişiminde, ürün reçetelerinde kullanılan meyvelerin oranlarının değişiklik gösterdiğini ifade etmek pek hatalı olmayacaktır.

Bu çalışmada analiz edilen meyve barlarının ekstraktlarının TFİ ortalaması 14.45 ± 0.55 mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır. Her üç marka grubuna ait ürünlerin ekstraktlarının TFİ düzeylerinin yükseldiği ve ortalamalarının 12.00 mg GAE/100 g civarında seyrettikleri tespit

edilmiştir. Ekstraksiyon öncesi TFİ değerleri yüksek çıkan portakallı, elmalı ve kayısı barlarının, ekstraktlarında TFİ verilerinin diğer ürünlere göre nispeten düşük çıkmasının sebebi, markaların formülasyonları ve üretim teknolojileri ile ilişkilendirilebilir.

İncelenen meyveli bar ekstraktlarında TİF düzeyi en yüksek muzlu (19.30 ± 0.01), yaban mersinli (18.30 ± 0.01) ve portakallı (16.86 ± 0.01) bar ekstraktlarıdır. TİF düzeyi düşük çıkanlar ise, elmalı, portakallı, kayısı ve incirli barların ekstraktlarında ölçülmüştür. Bu durum, meyve barlarının ürün matrisleri, kompozisyonlarındaki farklı bileşenlerin aralarındaki etkileşimler, fizikokimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, tekstür) ile bileşenlerin solubiliteleri gibi özelliklerden etkilenebilmektedir (Rein ve ark., 2013). Polifenollerin fenolik doğaları bu bileşiklere göreceli olarak hidrofilik yapmaktadır. Bu nedenle, serbest polifenoller su, polar organik çözücüler (metanol, etanol, asetonitril, formik asit ve aseton ya da bu kimyasalların su ile oluşturdukları çözeltiler) kullanılarak ekstrakt edilebilmektedir. Bu çalışmada, çözücü olarak formik asit, metanol ve su karışımı kullanılmıştır. Formik asit, fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılan etkili bir çözücüdür (Bochi ve ark., 2014). Bu sayede, meyveli barların fenolik içerik ekstraksiyon verimlilikleri %110.2 kadar yükselmiştir. Özetle, bu çalışmada kullanılan çözücünün bileşimi, ekstraksiyon verimliliği bakımından Uluslararası literatür ile benzerlik göstermiştir.

Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) Bulguları

Atıştırılmalık meyveli barların TAK değerleri Kumaran ve Karunakaran (2006) çalışması takip edilerek, DPPH assay metodu ile Trolox Eşdeğer (TE) Antioksidan Kapasitesi (mg TE/100g) eşdeğerinden hesaplanmıştır. Her örnekten ve ekstraktından üçer defa absorbans okuması alınmıştır (Tablo 4).

Meyveli barların TAK ortalaması 4.88 ± 0.21 mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde TAK düzeyi en yüksek üç ürün, erikli (13.18 ± 0.01), muzlu (9.14 ± 0.01) ve incirli (8.92 ± 0.00) barlardır. TAK düzeyi en düşük iki ürün ise, portakallı (2.17 ± 0.01) ve yaban mersinli (2.83 ± 0.01) ürünlerdir. Diğer taraftan, örneklerin ekstraktlarının TAK ortalaması ise 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g ölçülmüştür. Literatürde, bazı meyvelerin (çilek, hurma, portakal, kırmızı üzüm, kivi, greylift, beyaz üzüm, muz, elma, armut ve karpuz) TAK değerleri verilmiştir (Wang ve ark., 1996). Bu çalışmada, en yüksek TAK değerleri arasında, muzlu bar (9.14 ± 0.01 mg TE/100 g) gelmektedir. Marka 1 grubunda çilekli ve portakallı barların TAK değerleri yüksek çıkmıştır. Ancak,

bu meyvelerin kullanıldığı diğer marka gruplarında ise TAK bulguları nispeten düşük bulunmuştur. Elde edilen veriler Uluslararası sonuçlar ile örtüşmektedir.

Literatürde meyve barlarının TAK değerleri hakkında çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, kayısı ve incirli bar için 368-454 mg TE/100 g (Karakas ve Tontul, 2021), ejder meyveli bar için 75.3 mg QE/g (Yen ve ark., 2022) ile hibiskuslu ve incirli bar için 411 mg TE/100 g (Aslam ve ark., 2023) ölçümleri rapor edilmiştir. Fenolik bileşikler, özellikle, meyvelerde en çok rastlanan doğal biyoaktif bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından oksidatif stresin olumsuz etkileri minimize etmektedirler. Son çalışmalar, yüksek antioksidan içeriği olan meyvelerin (yaban mersini, nar vd.) formülasyonlarda yer aldığı yeni

meyve barları geliştirmek üzerine odaklanmaktadır (Chang ve ark., 2019; De Moura ve Vialta, 2022). Bir diğer ifadeyle, fenolik bileşikler ne kadar yüksekse, antioksidan aktivite de o kadar yüksek olmaktadır (Zeghoud vd., 2023). Ancak, meyve polifenollerinin ve antioksidan kapasitelerinin konsantrasyonları fenolik konsantrasyonu tam olarak yansıtmayabilmektedir. Bu sebeple, antioksidan kapasitesi hakkında bilgi edinebilmek için, ekstraksiyon sonrası stabiliteleri ve aktivitelerine bakarak karar vermek gerekmektedir (Fawole ve Opara, 2016). Bu araştırma, piyasada satılan, insan sağlığı ve nütrisyonel gereksinimleri için katkı sundukları belirtilen meyve barlarının TAK değerlerini ortaya koymasından dolayı Ulusal literatüre katkıda bulunmuştur.

Tablo 4. Meyve barlarının TAK bulguları

Table 4. TAC findings of fruit bars

Örnek no	Ürün					Ekstraktı				
	1	2	3	Medyan	Ss (±)	1	2	3	Medyan	Ss (±)
Marka 1/1	4.56	4.56	4.57	4.56	0	3.45	3.46	3.54	3.49	0.05
Marka 1/2	6.32	6.32	6.32	6.32	0	4.50	4.49	4.47	4.49	0.01
Marka 1/3	4.19	4.20	4.20	4.20	0.01	5.21	5.22	5.23	5.22	0.01
Marka 1/4	5.80	5.81	5.82	5.81	0.01	4.80	4.79	4.79	4.79	0
Marka 1/5	4.54	4.55	4.55	4.54	0.01	4.76	4.78	4.76	4.77	0.01
Medyan/Ss (±)				5.09	0.85	Medyan/Ss (±)			4.55	0.60
Marka 2/1	5.53	5.55	5.54	5.54	0,01	5.58	5.56	5.57	5.57	0.01
Marka 2/2	2.83	2.84	2.82	2.83	0,01	3.57	3.56	3.59	3.57	0.02
Marka 2/3	7.05	7.07	7.06	7.06	0,01	5.41	5.43	5.39	5.41	0.02
Marka 2/4	3.12	3.14	3.13	3.13	0,01	6.27	6.31	6.26	6.28	0.03
Marka 2/5	4.79	4.81	4.80	4.80	0,01	6.79	6.81	6.78	6.79	0.01
Medyan/Ss (±)				4.67	1.62	Medyan/Ss (±)			5.53	1.13
Marka 3/1	7.79	7.76	7.77	7.77	0.01	4.07	4.07	4.07	4.07	0
Marka 3/2	4.40	4.39	4.40	4.40	0	4.71	4.62	4.65	4.66	0.05
Marka 3/3	3.69	3.68	3.69	3.69	0.01	3.79	3.81	3.78	3.79	0.01
Marka 3/4	6.45	6.46	6.45	6.45	0	6.34	6.35	6.33	6.34	0.01
Marka 3/5	2.18	2.17	2.18	2.17	0.01	4.57	4.52	4.48	4.53	0.05
Medyan/Ss (±)				4.90	2.06	Medyan/Ss (±)			4.68	0.92

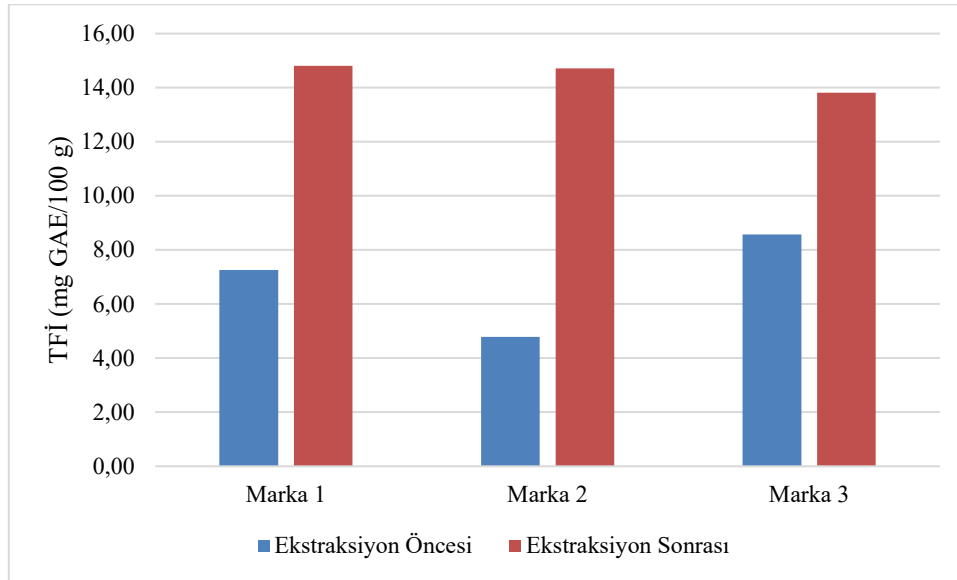
Ürünlerin ve ekstraktlarının ortalama TFİ değerleri sırasıyla, 6.87 ± 1.92 ve 14.45 ± 0.55 mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Diğer taraftan TAK değerleri ortalamaları ise 4.88 ± 0.21 ve 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g belirlenmiştir (Şekil 2) (Tablo 5). İstatistik analiz bulgularına göre, meyveli barların ve ekstraktlarının, grup içi TFİ

($p=0.44$) ve TAK değerleri ($p=0.93$) arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilemezken; gruplar arası TİF ve TAK değerleri ($p=0.01$) arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Meyve barlarının ortalama TFİ ve TAK bulguları

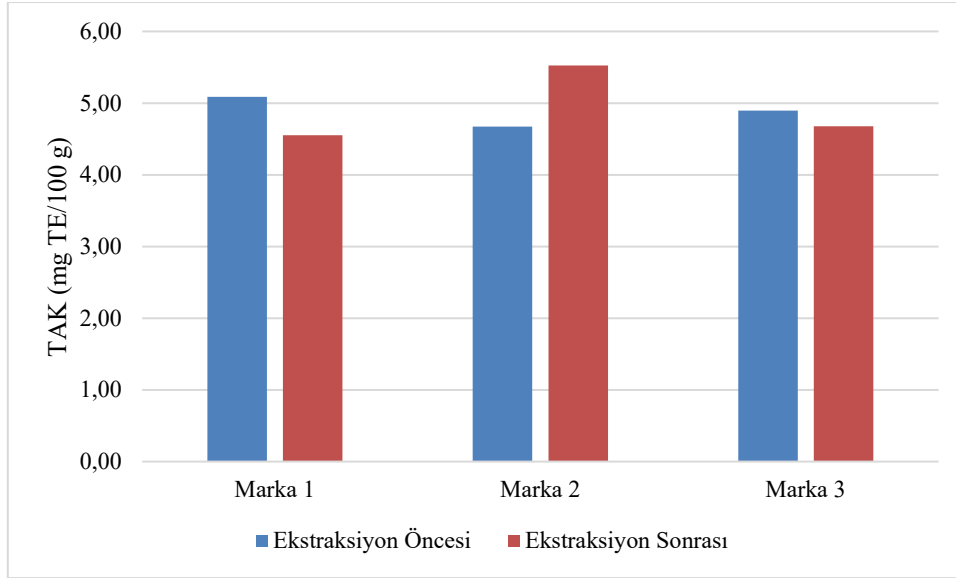
Table 5. Average TPC and TAC findings of fruit bars

Örnek Grubu	TFİ (mg GAE/100 g) Medyan \pm Ss.		TAK (mg TE/100 g) Medyan \pm Ss.	
	Ürün	Ekstraktı	Ürün	Ekstraktı
Marka 1	7.26 ± 1.49	14.81 ± 1.75	5.09 ± 0.85	4.55 ± 0.60
Marka 2	4.79 ± 1.55	14.72 ± 3.74	4.67 ± 1.62	5.53 ± 1.13
Marka 3	8.58 ± 2.81	13.81 ± 1.66	4.90 ± 2.06	4.68 ± 0.92
Medyan \pm Ss.	6.87 ± 1.92	14.45 ± 0.55	4.88 ± 0.21	4.92 ± 0.53



Şekil 1. Ürün gruplarının ekstraksiyon öncesi ve sonrası karşılaştırmalı TFİ değerleri

Figure 1. Comparative pre- and post extraction TPC values of product groups



Şekil 2. Ürün gruplarının ekstraksiyon öncesi ve sonrası karşılaştırmalı TAK değerleri

Figure 2. Comparative pre- and post extraction TAC values of product groups

Sonuç

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. İstatistik analiz, meyveli bar ürünleri ve ekstraktlarının gruplar arası TFİ (mg GAE/100 g) ve TAK (mg TE/100 g) değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Meyveli barlar, tüketicilerin günlük nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak amacı ile, farklı meyvelerin doğal şekerler, vitaminler ve mineraller ile bir araya getirildiği ürünlerdir. Bu araştırma, polifenolik içerikçe zengin antioksidan meyve bazlı atıştırmalıkların geliştirme süreçlerinin düşünülen daha karmaşık olduğunu ortaya koymuştur. Özetle, bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında, atıştırmalık meyveli bar ürünlerinin TFİ ve TAK biyoyararlanım akıbetleri ile sitotoksik etkilerinin *in vitro* ve moleküler tabanlı teknikler ile hücresel düzeyde incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, atıştırmalık meyve barlarının ilerleyen dönemlerde artarak tüketileceği dikkate alınarak, nütrisyonel

kaliteleri ve sağlık etkileri geniş kapsamlı çalışılması, regülasyonlarda yer alan boşlukların bilimsel verilere dayanarak giderilmesi, üretim teknolojileri geliştirilmesi ve konu hakkında multidisipliner araştırmaların özendirilmesi önerilmektedir.

Etik Standartlar ile Uyumluluk

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

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Veri erişilebilirliği: Veriler talep üzerine sağlanacaktır.

Finansal destek: -

Teşekkür: Doç. Dr. Mustafa YAMAN ve Uzm. Arş. Ömer Faruk MIZRAK 'a analiz destekleri için teşekkür ederiz.

Açıklama: -

Kaynaklar

Alfheaid, H.A., Barakat, H., Althwab, S.A., Musa, K.H., & Malkova, D. (2023). Nutritional and physicochemical characteristics of innovative high energy and protein Fruit- and Date-Based Bars. *Foods*, 12(14), 2777.

<https://doi.org/10.3390/foods12142777>

Alhalabi, B., Joseph, A., & Venkatasubramanian, P. (2024). Nutritional values of ready-to-eat snacks available in the Indian E-market—a comparative study based on the health star rating system. *Discover Food*, 4(1), 16.

<https://doi.org/10.1007/s44187-024-00087-7>

Almoraie, N.M., Saqaan, R., Alharthi, R., Alamoudi, A., Badh, L., & Shatwan, I.M. (2021). Snacking patterns throughout the life span: potential implications on health. *Nutrition Research*, 91, 81–94.

<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.05.001>

Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. *Plants*, 8(4), 96.

<https://doi.org/10.3390/plants8040096>

Aslam, H., Nadeem, M., Shahid, U., Ranjha, M.M.A.N., Khalid, W., Qureshi, T.M., Nadeem, M.A., Asif, A., Fatima, M., Rahim, M.A., & Awuchi, C.G. (2023). Physicochemical characteristics, antioxidant potential, and shelf stability of developed roselle-fig fruit bar. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 4219–4232.

<https://doi.org/10.1002/fsn3.3436>

Barakat, H. & Alfheaid, H.A. (2023). Date Palm Fruit (Phoenix Dactylifera) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional, and Sensory Attributes. *Nutrients*, 15(9), 2134.

<https://doi.org/10.3390/nu15092134>

Barakat, H., & Almutairi, A.S. (2024). The organoleptic and nutritional characteristics of innovative high-fiber khalas date-based bar. *Italian Journal of Food Science*, 36(2), 13–29.

<https://doi.org/10.15586/ijfs.v36i2.2494>

Bochi, V.C., Barcia, M.T., Rodrigues, D., Speroni, C.S., Giusti, M.M., & Godoy, H.T. (2014). Polyphenol extraction optimisation from Ceylon gooseberry (*Dovyalis hebecarpa*) pulp. *Food Chemistry*, 164, 347–354.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.031>

Camacho, M.D.M., Zago, M., García-Martínez, E., & Martínez-Navarrete, N. (2022). Free and Bound Phenolic Compounds Present in Orange Juice By-Product Powder and Their Contribution to Antioxidant Activity. *Antioxidants*, 11(9), 1748.

<https://doi.org/10.3390/antiox11091748>

Chang, S.K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2019). Superfruits: phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1580-1604.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1422111>

De Moura, S.C.S.R., & Vialta, A. (2022). Review: use of fruits and vegetables in processed foods: consumption trends and technological impacts. *Food Science and Technology*, 42, e66421.

<https://doi.org/10.1590/fst.66421>

Domínguez-Hernández, E., Gutiérrez-Urbe, J.A., Domínguez-Hernández, M.E., Loarca-Piña, G.F., & Gaytán-Martínez, M. (2023). In search of better snacks: ohmic-heating nixtamalized flour and amaranth addition increase the nutraceutical and nutritional potential of vegetable-enriched tortilla chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(6), 2773–2785.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.12424>

Fandetti, S.M., Dahl, A.A., Webster, C., Bably, M.B., Coffman, M.J., & Racine, E.F. (2023). Healthy food policies documented in university food service contracts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(16), 6617.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20166617>

Fawole, O.A., & Opara, U.L. (2016). Stability of total phenolic concentration and antioxidant capacity of extracts from pomegranate co-products subjected to in vitro digestion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 358.

<https://doi.org/10.1186/s12906-016-1343-2>

Green, H., Siwajek, P., & Roulin, A. (2017). Use of nutrient profiling to identify healthy versus unhealthy snack foods and whether they can be part of a healthy menu plan. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 9, 1–5.

<https://doi.org/10.1016/j.jnim.2017.07.001>

- Karakas, Z.F., & Tontul, İ. (2020). Influence of composite edible coating on the quality of fruit bars. *Gıda*, 46(1), 21-31. <https://doi.org/10.15237/gida.GD20116>
- Kritsi, E., Tsiaka, T., Sotiroidis, G., Mouka, E., Aouant, K., Ladika, G., Zoumpoulakis, P., Cavouras, D., & Sinanoglou, V.J. (2023). Potential Health Benefits of Banana Phenolic Content during Ripening by Implementing Analytical and In Silico Techniques. *Life*, 13(2), 332. <https://doi.org/10.3390/life13020332>
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2006). Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 146-151. <https://doi.org/10.1080/13880200600596302>
- Lasala, C., Durán, A., Lledó, D. & Soriano, J.M. (2022). Assessment of Nutritional Quality of Products Sold in University Vending Machines According to the Front-of-Pack (FoP) Guide. *Nutrients*, 14(23), 5010. <https://doi.org/10.3390/nu14235010>
- Lee, J.H., Kim, M.J., & Kim, C.Y. (2024). The Development of New Functional Foods and Ingredients. *Foods*, 13(19), 3038. <https://doi.org/10.3390/foods13193038>
- 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>
- Martín-Esparza, M.E., Raigón, M.D., García-Martínez, M.D., & Albors, A. (2023). Toward the Development of Potentially Healthy Low-Energy-Density Snacks for Children Based on Pseudocereal and Pulse Flours. *Foods*, 12(15), 2873. <https://doi.org/10.3390/foods12152873>
- Melini, V., Melini, F., & Acquistucci, R. (2020). Phenolic Compounds and Bioaccessibility Thereof in Functional Pasta. *Antioxidants*, 9(4), 343. <https://doi.org/10.3390/antiox9040343>
- Mihaylova, D., Popova, A., Goranova, Z. & Doykina, P. (2022). Development of healthy vegan bonbons enriched with lyophilized peach powder. *Foods*, 11(11), 1580. <https://doi.org/10.3390/foods11111580>
- Munir, M., Nadeem, M., Qureshi, T.M., Jabber, S., Atif, F. A. & Zeng, X.X. (2016). Effect of Protein Addition on The Physicochemical and Sensory Properties of Fruit Bars. *Journal of Food Processing Preservation*, 40(3), 559-566. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12635>
- Murakami, K. (2017). Nutritional quality of meals and snacks assessed by the Food Standards Agency nutrient profiling system in relation to overall diet quality, body mass index, and waist circumference in British adults. *Nutrition Journal*, 16(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0283-0>
- Pinarli, B., Karliga, E. S., Ozkan, G., & Capanoglu, E. (2020). Interaction of phenolics with food matrix: In vitro and in vivo approaches. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 13(1), 63-74. <https://doi.org/10.3233/mnm-190362>
- Potter, R., Stojceska, V. & Plunkett, A. (2013). The use of fruit powders in extruded snacks suitable for children's diets. *LWT - Food Science and Technology*, 51(2), 537-544. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.015>
- Reale, S., Marr, C., Cecil, J.E., Hetherington, M.M. & Caton, S.J. (2019). Maternal decisions on portion size and portion control strategies for snacks in preschool children. *Nutrients*, 11(12), 3009. <https://doi.org/10.3390/nu11123009>
- Rein, M. J., Renouf, M., Cruz-Hernandez, C., Actis-Goretta, L., Thakkar, S.K., & da Silva Pinto, M. (2013). Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 588-602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04425.x>
- Safdar, M.N., Kausar, T., Nadeem, M., Murtaza, M., Sohail, S., Mumtaz, A., Siddiqui, N., Jabbar, S. & Afzal, S. (2021). Extraction of phenolic compounds from (*Mangifera indica* L.) and kinnow (*Citrus reticulata* L.) peels for the development of functional fruit bars. *Food Science and Technology*, 42, e09321. <https://doi.org/10.1590/fst.09321>
- Schlinkert, C., Gillebaart, M., Benjamins, J., Poelman, M. & De Ridder, D. (2020b). The snack that has it all: People's associations with ideal snacks. *Appetite*, 152, 104722. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104722>

Shaheen, B., Nadeem, M., Kauser, T., Mueen-Ud-D, G. & Mahmood, S. (2013). Preparation and nutritional evaluation of date based fiber enriched fruit bars. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(12), 1061–1065.

<https://doi.org/10.3923/pjn.2013.1061.1065>

Shahidi, F. & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: antioxidant activity and health effects—a review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>

Singh, A., Kumari, A., & Chauhan, A. K. (2022). Formulation and evaluation of novel functional snack bar with amaranth, rolled oat, and unripened banana peel powder. *Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 3511–3521.

<https://doi.org/10.1007/s13197-021-05344-6>

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

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

Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. & Wadhwa, S., (2010). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, 119(4), 1369-1378.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.016>

Wang, H., Cao, G., & Prior, R.L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(3), 701–705.

<https://doi.org/10.1021/jf950579y>

Yen, T.T., Quan, T.H., Nhung, H.T.H., Tram, G.P.N., Karnjanapratum, S., & Benjakul, S. (2022). Development of antioxidative red dragon fruit bar by using response surface methodology for formulation optimization. *Applied Food Research*, 2(2), 100173.

<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100173>

Zeghoud, S., Seghir, B.B., Kouadri, I., Hemmami, H., Amor, I.B., Tliba, A., Nani, S., Awuchi, C.G., Messaoudi, M. & Rebiai, A. (2023). Classification of plants medicine species from Algerian regions using UV Spectroscopy, HPLC chromatography, and chemometrics analysis. *Malaysian Journal of Chemistry*, 25(1), 126–142.

<https://doi.org/10.55373/mjchem.v25i1.126>