

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

ATIŞTIRMALIK MEYVELİ BARLARIN FENOLİK
KOMPOZİSYONU VE ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNİN
IN VITRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilara KARAYEL

İstanbul
Ocak - 2025

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

ATIŞTIRMALIK MEYVELİ BARLARIN FENOLİK
KOMPOZİSYONU VE ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNİN IN
VITRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dilara KARAYEL

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

İstanbul
Ocak, 2025

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. İsmail Hakkı TEKİNER

Üye : Doç. Dr. Serap ANDAÇ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRCİ

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Atıştırmalık Meyveli Barların Fenolik Kompozisyonu ve Antioksidan Kapasitesinin *In Vitro* Olarak Değerlendirilmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Dilara KARAYEL

ÖN SÖZ

Tez danışmanım, Dr. İsmail Hakkı TEKİNER'e, bana yol gösteren, düşüncelerimi şekillendiren ve araştırma sürecinde sürekli desteğini hissettiren katkıları için teşekkürlerimi sunarım. Analizlere katkı sağlayan Doç. Dr. Mustafa YAMAN ve Uzm. Arş. Ömer Faruk MIZRAK'a gösterdikleri özen ve destekleri için minnettarım.

Hayatımda her zaman yanımda olan, bana güç veren, destek olan, moral ve cesaret veren Sevgili Eş'im Tarık KARAYEL'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında güvenlerini ve sonsuz desteklerini esirgemeyen en büyük öğretmenlerim olan Sevgili Ebeveyn'lerim Nevin ve Hüseyin TURAN'a her konuda yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Dilara KARAYEL
İstanbul-2025

ÖZET

ATIŞTIRMALIK MEYVELİ BARLARIN FENOLİK KOMPOZİSYONU VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN IN VITRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dilara KARAYEL

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Ocak, 2025 - 82 Sayfa

Meyveli barlar, tüketicilerin günlük nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak amacı ile, farklı meyvelerin doğal şekerler, vitaminler ve mineraller ile bir araya getirildiği ürünlerdir. Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların fenolik kompozisyonu (TFİ) ve antioksidan kapasitesinin (TAK) *In vitro* olarak değerlendirilmesi 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, $6,87 \pm 1,92$ mg GAE/100 g ve $14,45 \pm 0,55$ mg TE/100 g; ekstraktlarında ise $4,88 \pm 0,21$ mg GAE/100 g ve $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirmeye göre, ürünler ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Özetle, atıştırmalık 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 İçerik, Antioksidan Kapasite, Biyoyararlanım.

ABSTRACT

IN VITRO ASSESSMENT OF SNACK FRUIT BARS' PHENOLIC COMPOSITION AND ANTIOXIDANT CAPACITY

Dilara KARAYEL

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. İsmail Hakkı TEKİNER

January, 2025 - 82 Pages

Fruit bars are products manufactured to meet the daily nutritional needs of consumers by combining various fruits with natural sugars, vitamins and minerals. This study aimed to In vitro assess the phenolic composition (TPC) and antioxidant capacity (TAC) of snack fruit bars. Therefore, 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/100 g) 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/100 g and 14.45 ± 0.55 mg TE/100 g, while those of their extracts were found to be 4.88 ± 0.21 mg GAE/100 g and 4.92 ± 0.53 mg TE/100 g, respectively. The statistical evaluation revealed 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 and their cytotoxic effects in snack fruit bar products should be investigated at the cellular level by *in vitro* and molecular-based techniques.

Keywords: Nutrition, Fruit Bar, Phenolic Content, Antioxidant Capacity, Bioavailability.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
-------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

ATIŞTIRMALIK MEYVELİ BARLAR, TARİHÇESİ, NÜTRİSYONEL ÖZELLİKLERİ VE SEKTÖREL DURUMU	4
2.1 Atıştırmalıklar	4
2.1.1 Tarihçesi.....	5
2.1.2 Atıştırmalık Barların Çeşitleri.....	8
2.1.3 Atıştırmalık Bar Üretiminde Kullanılan Malzemeler	11
2.2 Atıştırmalık Barların Beslenmedeki Yeri.....	13
2.3 Atıştırmalık Barların Nutrisyonel Özellikleri	14
2.3.1 Atıştırmalıkların Fenolik İçerikleri	14
2.3.2 Atıştırmalıkların Antioksidan Kapasiteleri	16
2.3.3 Biyoyararlanım ve Biyoerişebilirlik.....	18
2.4 Atıştırmalık Barlarla İlgili Yasal Düzenlemeler	23
2.4.1 Yasal Düzenlemelerde Dikkat Edilmesi Gereken Konular.....	24
2.4.1.1 İçerik Güvenliği ve Katkı Maddeleri	25
2.4.1.2 Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Alerjenler	25
2.4.1.3 Etiketleme ve Bilgilendirme	25

2.4.1.4 Ambalajlama ve Saklama Koşulları.....	25
2.4.1.5 Üretim ve İşleme Standartları	26
2.4.1.6 Uyum ve Denetim	26
2.4.2 Yurt İçi Yasal Düzenlemeler.....	26
2.4.2.1 Türk Gıda Kodeksi.....	27
2.4.2.2 T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı	27
2.4.2.3 Etiketleme ve Ambalajlama	28
2.4.2.4 İthal Ürünler	28
2.4.3 Yurt Dışı Yasal Düzenlemeler	28
2.4.3.1 ABD	28
2.4.3.2 Avrupa Birliği	30
2.4.3.3 Kanada.....	30
2.4.3.4 Japonya.....	30
2.4.3.5 Avustralya ve Yeni Zelanda.....	31
2.4.3.6 Çin.....	31
2.5 Atırmalık Meyveli Barların Tasarımında Önemli Faktörler	32
2.6 Atıştırmalık Barların Global Pazar Durumu	33

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM.....	34
3.1 Gereç	34
3.2 Yöntemler.....	37
3.2.1 Toplam Fenolik İçerik Testi.....	37
3.2.2 Toplam Antioksidan Kapasite Testi.....	38
3.2.3 İstatistik Analiz	39

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR.....	40
4.1 Enerji ve Nutrisyonel İçerikleri.....	40
4.2 Toplam Fenolik İçerik Bulguları.....	41
4.3 Toplam Antioksidan Kapasite Bulguları.....	42
4.4 İstatistik Bulgular	45

BEŞİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA	46
5.1 Tartışma.....	46
SONUÇ.....	53
KAYNAKÇA	54
ÖZGEÇMİŞ.....	69



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Atıştırmalık Bar Bileşenleri ve Fonksiyonları	13
Tablo 3.1: Meyve Barları Örnek Dağılımı ve Meyve İçerikleri	34
Tablo 3.2: Marka 1 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri	35
Tablo 3.3: Marka 2 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri	36
Tablo 3.4: Marka 3 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri	36
Table 4.1: Meyveli Barların Enerji ve Besin Öğeleri	40
Tablo 4.2: Meyve Barları ve Ekstraktlarının TFI Bulguları	42
Tablo 4.3: Meyve Barlar ve Ekstraktlarının TAK Bulguları	43
Tablo 4.4: Meyve Barları ve Ekstraktlarının TFI ve TAK Ortalamaları	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Pastéli (sol) ve Kendal Naneli Kek (sağ) Atıştırmalık Barları	6
Şekil 3.1: Meyveli Bar Örnekleri	35
Şekil 3.2: Meyveli Barlar Enerji ve Besin Ögeleri Karşılaştırması	37
Şekil 4.1: Meyve Barları ve Ekstraklarının TFI ve TAK Ortalamaları.....	44



KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
Ss	: Standart Sapma
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
CFIA	: Kanada Gıda Denetim Ajansı
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
FRAP	: Ferrik İyon Redükleme Antioksidan Gücü
FSANZ	: Food Standards Australia New Zealand
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
GMP	: İyi Üretim Uygulamaları
GWR	: Grand View Research
Kkal	: Kilokalori
mg	: Miligram
MHLW	: Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı
mL	: Mililitre
NASA	: Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Teşkilatı
Nm	: Nanometre

-OH	: Hidroksil İyonu
ORAC	: Oksijen Radikal Absorpsiyon Kapasitesi
TAK	: Toplam Antioksidan Kapasite
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TE	: Trolox Eşdeğeri
TFİ	: Toplam Fenolik İçerik
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
USDA	: ABD Tarım Bakanlığı
UV	: Ultraviyole
Vd.	: Ve Diğerleri
Vb.	: Ve Benzeri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

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 (Almoraie vd., 2021). 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, 2023a).

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 vd., 2021). Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı besinlerde yaygın olarak bulunan ve antioksidan kapasiteleri ile bilinen biyoaktif maddelerdir (Gonzalez ve Smith, 2018). Fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarını önlemekte ve dolayısıyla pek çok kronik hastalığa karşı koruma sağlamaktadır (Manach vd., 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. 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 vd., 2016). Kurutulmuş meyveler, ürünlere çok yönlü tat ve aroma kazandırmak için de kullanılmaktadır. Yoğun yaşam tarzı, artan kentleşme ve değişen diyet tercihleri, atıştırmalık seçeneklerine olan talebi arttırmaktadır (Potter vd., 2013). Dışsal faktörler ve kişisel tercihler, kişinin besin seçimini ve beslenme sonuçlarını etkileyen faktörlerdir (Fandetti vd., 2023).

Atıştırma ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarının iştah kontrolü, vücut ağırlığının düzenlenmesi, diyabetli bireylerde kan şekeri düzeylerinin yönetimi ve diğer sağlık sorunları üzerinde olumlu etkiler yarattığına dair bulgular mevcuttur (Almoraie vd., 2021). 1970 ve 2005 yılları arasında, günde üç veya daha fazla atıştırmalık tüketenlerin sayısı dört kat artmıştır. Günümüzde, atıştırmalıkların, bireylerin günlük enerji alımının yaklaşık %25-35'ini oluşturduğuna dair son tahminler yapılmıştır (Schlinkert vd., 2020a). 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 atıştırmalık bar pazar büyüklüğü 2025 yılı itibariyle 692,5 milyar dolardır. Kuzey Amerika, atıştırmalık barlar pazarında lider konumda olup, Avrupa da önemli bir pazar payına sahiptir. Avrupa, Asya Pasifik ve Kuzey Amerika bölgelerinde sağlıklı atıştırmalık pazarının 2025 yılına kadar 32,8 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Barakat ve Alfheaid, 2023b).

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 (Jones vd., 2022). 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 (Taylor vd., 2023). Bu nedenle, meyvelerden atıştırmalık barlarda faydalanmak sağlıklı beslenme için destek olabilir (Domínguez-Hernández vd., 2023).

Biyoerişilebilirlik, bir besin ögesinin veya ilaç bileşiminin biyolojik etkinliğini etkileyen önemli bir faktördür (Zhang vd., 2021). Bu kavram, vücutta emilen bileşiklerin biyolojik etkilerinin ne kadar olacağını belirlemekte ve çok çeşitli parametreler tarafından şekillendirilmektedir (Yang vd., 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyoerişilebilirliğin yalnızca biyolojik faktörlerle değil, çevresel, genetik ve teknolojik faktörlerle de etkilendiğini göstermektedir (Delgado vd., 2023). Ayrıca, biyoerişebilirliği artırmaya yönelik birçok yenilikçi yöntem geliştirilmiştir (Yang vd., 2021).

Modern yaşamın hızlı temposunda, sağlıklı atıştırmalıklar, bireylerin günlük beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ancak, bu ürünlerin içerikleri ve biyolojik etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların fenolik kompozyonu (TFİ) ve antioksidan kapasitesinin (TAK) *In vitro* yöntemler ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ATIŞTIRMALIK MEYVELİ BARLAR, TARİHÇESİ, NÜTRİSYONEL ÖZELLİKLERİ VE SEKTÖREL DURUMU

2.1 Atıştırma malıklar

Modern yaşam tarzlarındaki değışiklikler tüketime hazır ve atıştırma malık besinlerin ön plana çıkması ile sonuçlanmıştır. Kolayca hazırlanan besinler arasında atıştırma malık ürünler nütisyonel değeri ve sağlıklı olmaları gibi gerekçelerle daha fazla ilgi çekmeyi başarmıştır. Gıda endüstrisi, tüketicilerin bu yöndeki beklentilerini karşılayabilmek için atıştırma malık ürün yelpazesini zenginleştirmiş ve çeşitlendirmiştir. Örneğin, cipsler, hazır patlamış mısır, değışik kuruyemişler, barlar ve granola ürünler yaygın atıştırma malık ürünler olarak verilebilir. Ancak, sağlıklı atıştırma malıklar, düzenli yemek alışkanlıklarının atlanmasına sebep olabilmekte ve obezite ile kronik sağlık risklerini artırabilmektedirler (Saldivar, 2015; Constantin ve Istrati, 2019; Mostafavi vd., 2021).

Sağlıklı beslenme ve ürün bilincine sahip tüketicilerin sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu nedenle, günümüzde atıştırma malıkların daha çok bitkisel ve/veya meyve bazlı vegan tipi olanları daha fazla talep ve tercih edilmektedir. Atıştırma malık besinler, ana öğünler dışında tüketilen, genellikle düşük nütisyonel değere sahip ancak kalori içeriği bakımından zengin ürünlerdir. Bu tür besinlerin daha çok kadınlar tarafından tercih edildikleri görülmektedir. Sağlıklı beslenme ve fonksiyonel besinlerin tercihi konusunda ise bilinçli ve eğitimli bireylerin öne çıktıkları anlaşılmaktadır (Eyiz vd., 2020).

Atıştırma malık ürün kategorisinde öne çıkan meyve barları, içerdikleri vitamin, mineral ve lif açısından zengin kuru meyveler ile yağ kaynağı olan kuruyemişlerin birlikte formüle edildikleri ürünlerdir. Uzun raf ömrü ve lezzete sahip meyve barları, fonksiyonel özellikler kazandırılabilme açısından diğer atıştırma malıklardan ayrılmaktadır (Sun-Waterhouse vd., 2010; Munir vd., 2016).

Konvansiyonel ve fonksiyonel meyve barları, yeni ürün geliştirme çalışmaları il pazar payını sürekli olarak genişletmektedir. Atıştırmak eylemi, kısa sürede hızlı bir tokluk durumu sağlayan ve türüne bağlı olarak besin değeri yüksek ya da

düşük olabilen gıdaların çeşitli diyetlerle vücuda alınması şeklinde tanımlanmaktadır (Değerli ve El, 2019).

Atıştırmalıklar, ana öğün vakitlerinin dışında, beslenme veya keyif alma amacıyla tüketilen gıdalardır. Ara öğünlerde açlığı bastırmak, hızlı bir şekilde ana öğünü geçiştirmek, çeşitli organizasyonlarda sunulan ikramlar ya da farkında olmadan tüketilen yiyecekler gibi örnekler atıştırmalık kategorisine girmektedir (Garipağaoğlu, 2016). Gerçekleştirilen bir ankete göre, bireylerin büyük çoğunluğu her gün atıştırmalık tüketmekte olup, atıştırma, sınırlı bir kesimin kişisel tercihi olmaktan çıkmıştır. Anket çalışması, 12 ülkede 3.055 kişiyle yapılmıştır. Katılımcıların %85'i günde en az bir kez, keyif almak için atıştırmalık tükettiklerini belirtmiştir. Çikolata en çok tercih edilen atıştırmalık ürün olarak öne çıkmakta ve katılımcıların %74'ü çikolatasız bir dünya düşünemediklerini ifade etmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, öne çıkan tek unsur haz alma duygusu değildir. Tersine şekilde, çevre bilincinin atıştırmalık tüketicileri için ne kadar önemli bir faktör olduğu görülmüştür (Mondelez International, 2022).

Tüketime hazır ürünlere talep arttıkça, atıştırmalık endüstrisi de paralelinde büyüme göstermiştir. Piyasadaki atıştırmalık ürünlerinin çoğunun yüksek kalori, yağ ve rafine şeker içerdiği bilinmektedir. Ancak, bu durumun tüketici algısında caydırıcı bir etki yaratmadığı gibi, tüketicilerin öncelikli olarak ürünlerin nutrisyonel değerinden ziyade lezzete önem verdikleri araştırmalarla da doğrulanmıştır (Nielsen Company, 2014; Nielsen, 2015). Atıştırmalık yiyecekler üretim sürecine göre; kızartılmış, kurutulmuş, fırınlanmış-kavrulmuş ve ekstrüde edilmiş olarak sınıflandırılabilirler. Atıştırmalık barlar kurutulmuş ve ekstrüde edilmiş atıştırmalık yiyecek grubuna dahil edilebilirler. Tüm ürün gruplarında ve içeriklerinde odaklanılan ana pazarlama konuları; sağlık ve kolay tüketim olmaktadır (Munir vd., 20216).

2.1.1 Tarihçesi

Atıştırmalık barlar sağlıklı beslenme bilinci oluşmuş tüketiciler için ara öğün alternatifi olarak piyasaya sunulmuştur. Günümüzde, tüketiciler hazır besinleri tercih ettiği için, atıştırmalık barlar oldukça ilgi görmektedirler (Yadav, 2020).

Atıştırılmalık barların taşınması ve saklanması kolay olup, genellikle meyve, kuruyemiş ve tahıllardan yapılmaktadırlar. Diyet lifleri ve biyoaktif bileşikler gibi birçok önemli besin ögesi atıştırılmalık barlar tarafından sağlanabilmektedir. Fonksiyonel atıştırılmalık barlar; organik atıştırılmalık barlar, sağlıklı atıştırılmalıklar ile enerji ve beslenme barları olmak üzere üç alt kategoride sınıflandırılabilir. Atıştırılmalık barların tüketimi farklı amaçlarla yapılmaktadır. Bunlar, bir ana veya ara öğünün parçası olarak, öğünlerden sonra tatlı veya bir ana öğünün yerindedir (Bhattacharya, 2023).

Barların bileşiminde bulunan çeşitli kuruyemişler, tohumlar, çözünür ve çözünmez diyet lifleri ve onların yavaş sindirilen karbonhidratları, mikro ve makro besin öğelerince zengin rasyonel bir diyetin parçası olarak kolayca uyarlanmalarını sağlamaktadır. Doğal tatlandırıcılar, bal, kuru meyveler, yağlı tohumlar ve meyve ezmesi gibi bileşenlerin eklenmesiyle hazırlanan barların enerji ve nütrisyonel içeriği artırılmaktadır (Özhan vd., 2022).



Şekil 2.1: Pastéli (sol) ve Kendal Naneli Kek (sağ) Atıştırılmalık Barları

Kaynak: BBC, 2018

Tarihte ilk atıştırılmalık bar olarak bilinen “Pastéli” geçmişi antik Yunanistan’a kadar uzanan bir üründür. Susam tohumları, bal ve fındık içeren bu antik bar dışında, Kendal naneli kek adlı bir başka atıştırılmalık bar 1869 yılında tesadüfen yaratılmıştır. Bu kekin malzemeleri İngiltere'nin “Lake District” bölgesi mağaralarının benzersiz jeolojik koşulları tarafından yaratılmıştır. Kendal keki özellikle atletler ve bisiklet sürücüleri tarafından tercih edilmektedir (Şekil 2.1) (BBC, 2018).

Anadolu’da Türk mutfağında atıştırılmalık bar üretimine ilişkin ilk bilgiler, 1844 yılında Mehmet Kâmil tarafından yazılan bir yemek tarifi kitabında

bulunmaktadır. Türk Mutfağı'ndan birçok yeni tarifin yer aldığı “Melceü't-Tabbahin” (Aşçıların Sığınağı) adlı yemek kitabında, “Tatlılar ve İçecekler” bölümünde “Rahatü'l Hulkum” (Türk lokumu) adlı bir tarif yer almaktadır. Lokum, akide şekeri (berlingot), fındık, nişasta ve meyve içeriği sayesinde yüksek enerji kaynağı olan ve 15. yüzyıldan beri popüler bir üründür (Şekil 2.2) (Nilüfer ve Sürücüoğlu, 2014).



Şekil 2.2: Lokum (sol) ve Türk Yemek Kitabı (sağ) Melceü't-Tabbahin

Kaynak: Nilüfer ve Sürücüoğlu, 2014

Modern atıştırmalık bar üretimi, astronotların uzay misyonlarında taze ve lezzetli besinler sunabilmek amacı ile 1973 yılında başlamıştır. Bu bağlamda, ilk defa, Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Teşkilatı (NASA), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hava Kuvvetleri ve Pillsbury Şirketi tarafından “Uzay Besin Barları” geliştirilmiştir. Bu atıştırmalık barlar kısa sürede popüler hale gelmişler, yalnız sporcular tarafından değil, aynı zamanda halk tarafından da günlük olarak öğün yerini alabilecek sağlıklı besinler olarak kullanılmaya başlanmıştır (Nudi, 2014).

Atıştırmalık barlar, 1986 yılında ticari olarak güç/protein barlar olarak piyasalara sürülmeye başlanmıştır. Bu ürün grubu ile sporcular atletik görünümelerini kazandıklarına inanmışlardır. Protein/güç barları hedef kitlesine yüksek protein seviyeleri vaat etmekte ve benzersiz formülleri ile övünmekteydiler. Örneğin, Brian Maxwell tarafından piyasaya sürülen PowerBar, yağ oranı düşük ve orta düzeyde protein, lif ve karbonhidrat içermekteydi. Ürünü deneyimleyen kişiler, performanslarının arttığını bildirmişler ve popüler olmasını sağlamışlardır (Prentice, 2004).

İlerleyen yıllarda, protein ağırlıklı diyetin tercih edilmeye başlanması ile bu ürün grubunun popülaritesi artmıştır. Sonraki yıllarda, The Clif Bar, Deer Valley McHenergy Bar ve Trail Hiker Bar gibi ürünler piyasaya sürülmüş ve yeni bar formülasyonları ile gelişimini sürdürmüştür (Sutton, 2011).

Günümüzde değişen yaşam tarzları ve gelişen teknoloji özellikle büyük şehirlerde beslenme alışkanlıklarını önemli ölçüde etkilemekte ve atıştırmalık ürünlere olan talebi artırmaktadır. Yoğun iş temposuna sahip yetişkinler, vakit kazanma niyetiyle öğün sürelerini kısaltmakta veya öğün atlamaktadırlar. Ancak, endüstriyel olarak üretilen kek, bisküvi, bar ve kraker gibi atıştırmalıkların yüksek tuz, ilave şeker ve enerji içerikleri bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), bu tür atıştırmalıkların düzenli tüketiminin obezite, insülin direnci, tip 2 diyabet ve bazı kardiyovasküler hastalıklar riskini artırdığını da vurgulamaktadır (Steyn vd., 2007; United States Department of Agriculture, 2015).

Atıştırmalık barlar, genellikle, nütrisyonel değerleri yetersiz oldukları düşüncesiyle fonksiyonel besinler kategorisinde değerlendirilmezler. Ancak, son yıllarda, fonksiyonel bileşenler içeren yeni ve farklı atıştırmalık bar çeşitlerine yönelik artış gözlemlenmektedir. Bu nedenle, bu tür atıştırmalık barların da zamanla fonksiyonel ürün grubunda yer alabileceğini ifade etmek pek hatalı olmayacaktır (Constantin ve Istrati, 2019).

2.1.2 Atıştırmalık Barların Çeşitleri

Atıştırmalık barlar, farklı amaçlar için çeşitli türlerde üretilmekte ve farklı bileşenler içermektedirler. Bu çeşitlilik nedeniyle, atıştırmalık barları standart bir ölçekte gruplandırmak oldukça zor olmaktadır. Ancak, sınıflandırma beslenme kalitesi, bileşimi, tekstürü ve kullanım amacına dayalı olarak oluşturulabilir. Beslenme kalitesine göre, atıştırmalık barlar enerji ve protein barları olarak sınıflandırılabilirler. Tekstür (Doku) açısından, gevrek ve çiğnenebilir barlar olarak ayrılabilirler. Bileşimlerine göre ise, tahıllı, şekerleme tipli, meyveli ve çikolatalı barlar gibi değişik kategorilere ayrılmaktadırlar. Tüketim amacına göre, atıştırmalık-kahvaltılık, ana öğün ikamesi ve tatlı barlar olarak tanımlanmaktadırlar (Yadav, 2020).

Enerji barları, enerjiye hızlı şekilde ihtiyaç duyan ancak yemek için yeteri kadar zamanı olmayan kişiler için ideal bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Bu barlar, tahıllar ve diğer yüksek enerjili gıdalar içermektedir. Tipik bir enerji barı, yaklaşık 200-300 kkal enerji sağlamakla birlikte, 15 g protein, 3-9 g yağ ve 7- ve 20-40 g karbonhidrat içerebilmektedir (Uzay Besin Barları Derneği, 2013).

Protein barları, yüksek miktarda protein içeren ve ön hazırlama gerektirmeyen protein kaynağı arayan bireyler için idealdir. Özellikle, sporcular ve düzenli egzersiz yapan kişiler kas gelişimini desteklemek amacıyla bu barları tercih etmektedirler. Fitness ve tıp alanlarında, egzersiz sonrasında protein alımının kas onarımını ve gelişimini desteklediği yaygın bir şekilde kabul görmektedir. Protein barlarında en sık kullanılan protein türlerinden biri, peynir altı suyu proteindir. Porsiyon başına yaklaşık 17 g protein ve düşük yağ içeriği sunan bu barlar, protein seven ve aktif yaşam tarzına sahip bireyler için iyi bir seçimdir (Degaspari vd., 2008).

Gevrek tipte bir tahıl barı için temel formülasyon; yulaf gevreği, yenilebilir yağ veya bitkisel yağlar ve tatlandırıcı gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin oranları, istenen yeme özelliklerine göre ayarlanabilmektedir. Doku ve lezzeti çeşitlendirmek amacıyla, buğday gevreği, çavdar gevreği, patlak pirinç veya diğer tahıllar formülasyona eklenebilmektedir. Ayrıca, tat ve dokuyu zenginleştirmek için az miktarda kuru meyve (elma gevreği, kayısı, kuru üzüm), sert kabuklu yemişler (badem, yer fıstığı, hindistancevizi, fındık), tohumlar (susam, ayçiçeği, balkabağı) veya keçiyoynuzu cipsleri de kullanılabilir (Allan vd., 2021).

Çiğnenebilir barlar, toplam şeker miktarının artırılması ve kristalizasyonu önlemek için invert şeker ve yağsız süt ilavesi sayesinde daha yumuşak ve nemli bir yapıya sahip olacak şekilde üretilmektedirler. Bu tür barlar, mısır şurubu, glikoz şurubu, tatlandırılmış yoğunlaştırılmış yağsız süt, ham şeker kamışı, dekstroz ve invert şeker gibi bileşenleri içermekte ve önemli miktarda glikoz, sakkaroz ve fruktoz barındırabilmektedirler. Toplam şeker içeriği %25-30 arasında değişebilmektedir. Çiğnenebilir barların yağ içeriği, diğer barlara göre daha düşüktür (%12-15). Ancak, çoklu doymamış bitkisel yağlar yerine hidrojenle bitkisel yağ kullanılması, sağlık açısından tercih edilmeyen bir durumdur. Tahıl barları, yulaf, çavdar, pirinç ve buğday gibi tahıl tanelerinden üretilen barlardır.

Tahıl barlarında, temel tahıl bileşenlerini bir arada tutmak ve bar formunu korumak amacıyla genellikle çeşitli şuruplar kullanılmaktadır. Ayrıca, tadı ve lezzeti artırmak için bu barlara meyve, fındık, şeker gibi bileşenler de eklenebilmektedir (Yadav, 2020).

Şekerleme tipi barların temel bileşimi, genellikle şeker kamışı şekeri, hurma çekirdeği yağı, keçiyoynuzu unu, buğday unu ve vanilya özü gibi bir bitkisel yağ ile emülgatör olarak lesitin içermektedir. Ürüne sütlü bir dokunuş katmak için, yağsız süt tozu, peynir altı suyu tozu veya kosantre yağsız süt kullanılmaktadır. Bu tür barlar, yüksek miktarda yağ içermeden formüle edilerek, onlara “daha sağlıklı” çekicilik kazandırılmaktadır. Şeker eklenmiş veya şekersiz inek sütü yerine soya sütü kullanımı, süte alerjisi olan bireyler açısından cazip gelmektedir (Fandetti vd., 2023).

Meyve barları, en sağlıklı atıştırmalıklar arasında yer almaktadır. Genellikle, düşük yağ içermekte olup, lif açısından zengindirler. İlave tuz veya kolayca sindirilebilen şeker içermezler. Bu özellikleri sayesinde, diyabet hastaları için de uygun besin haline gelmektedirler. Çeşitleri oldukça fazladır. Ortak özellikleri, ana bileşenin kurutulmuş meyve olmasıdır. Hemen hemen her tür kuru meyve kullanılabilir (kayısı, kuru üzüm, hurma, armut, şeftali ve elma). Kurutulmuş meyvenin yumuşak ve çignenebilir bir yapıda kalmasını sağlamak zor olabilmektedir. Bu nedenle, toz haline getirilmiş veya ince kıyılmış meyveye bir miktar bitkisel yağ eklenmektedir. Ayrıca, şeker (işlenmemiş şeker kamışı), bal veya başka bir tatlandırıcı da ilave edilebilir. Bu tür ürünlerde, patates unu, buğday unu, elma lifi, pirinç unu veya yulaf gevreği gibi bağlayıcılar ve dolgu maddeleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Potter vd., 2013; Domínguez-Hernández vd., 2023).

Çikolata barları, en eski ve en basit çikolata şekerleme türlerinden birisidir. Modern çeşitlerinde tekstürel (dokusal) bir zenginlik katmak amacıyla, havalandırılmış çikolata (Aerated chocolate) kullanılmaktadır. Klasik kalıplanmış çikolataların en temel örnekleri, fındık, meyve, gofret ve kurabiye gibi malzemeleri ayrı ayrı içerimeleridir. Pek çok çikolata barı, karamel veya şeker hamuru gibi sıvı dolgular barındırmaktadır (Brown vd., 2021).

Atıştırmalık ya da kahvaltılık barlar, ülkelerin çoğunda farklı isimlerle anılmaktadırlar. Kanada, Güney Afrika ve ABD gibi ülkelerde “granola barları” olarak bilinirler. Granola, dünya genelinde kahvaltıda tüketilen bir yiyecek olup, yuvarlanmış yulaf, fındık, bal ve bazen şişirilmiş pirinçten oluşmaktadır. Genellikle karışıma kuru üzüm ve hurma gibi kurutulmuş meyveler de eklenebilmektedir. Granola, kahvaltı veya atıştırmalık olarak tüketilmesinin yanı sıra, hafif, kalorisi yüksek ve saklaması kolay olduğu için yürüyüş yapanlar, kampçılar ve sırt çantalı gezginler tarafından da tercih edilmektedir. Granola, en çok ABD, Kanada, Güney Avrupa'nın bazı bölgeleri, Brezilya, İsrail, Güney Afrika ve Japonya'da oldukça popülerdir. Son dönemde, granola pazarı Hindistan ve diğer Güneydoğu Asya ülkelerine de genişlemeye başlamıştır (Bruce ve Crawford, 1995).

Tatlı barları, Amerikan "bar kurabiyesi" olarak bilinen ve sert bir kek dokusuna sahip olan ya da normal kurabiyeden daha yumuşak bir yapı sunan bir tür tatlıdır. Kurabiye barları, çikolatalı fıstık ezmesi barları, ahududu barları, karamelli yulaf ezmesi barları, limon barları, fıstık ezmesi barları, çikolatalı hindistancevizi barları, elma barları, ananas barları, şekerleme barları, badem barları ve çikolatalı cheesecake barları gibi çeşitlerde bulunmaktadır. İçeriklerinde şeker, yumurta, tereyağı, un ve süt gibi temel malzemelerin yanı sıra çikolata parçaları, fındık, ahududu reçeli, hindistancevizi, kakao tozu, graham krakeri, puding, mini şekerlemeler ve fıstık ezmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (Gonzalez ve Smith, 20180).

2.1.3 Atıştırmalık Bar Üretiminde Kullanılan Malzemeler

Tahıllı barlar, tahıllar, kuruyemişler, kuru meyveler, bal ve çikolata gibi çeşitli dokular ve lezzetler sunan çok yönlü bileşenlerden oluşmaktadırlar. Günümüzde, çeşitli atıştırmalık bar çeşitleri bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları; güçlendirilmiş veya standart (meyveli, tahıllı, bakliyatlı), şeker veya yağ oranı azaltılmış, gluten içeren veya içermeyen; ekstrüde veya lamine edilmiş, tek-çok katmanlı veya sandviç formatında olanlardır (Granato vd., 2011; IRI, 2018).

Tahıllı barlar, genellikle rafine veya tam tahıllı formüle edilirler. İyi bir enerji, lif ve protein kaynağıdır (Oliveira Silva vd., 2016; Carvalho ve Conti-Silva, 2018).

Atıştırmalık barların teknolojik özelliklerini ve nüstriyonel kalitesini artırmak amacıyla çeşitli bileşenler eklenebilmektedir. Örneğin, keten tohumu, kinoa, kahverengi pirinç, kabuklu yemişler ve bal, bu tür ürünlerde yaygın olarak tercih edilen bileşenler arasındadırlar (Tablo 2.1) (Karakaya ve El, 1997; Dikmen, 2015; Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017; Yurt ve Gezer, 2018; Kaur vd., 2018; Atalay ve Gökbulut, 2021).

Tablo 2.1: Atıştırmalık Bar Bileşenleri ve Fonksiyonları

Bileşen	Fonksiyonu	Referans
Kuruyemiş	Lif, protein, mineral ve antioksidan kaynağı	Dikmen, 2015
Meyveler	Mineral, vitamin, lif ve antioksidan	Üstün ve Karaosmanoğlu, 2017
Tohumlar	Duyusal özellikleri geliştirir, Mükemmel lif ve omega 3 kaynağı, Zengin antioksidan.	Yurt ve Gezer, 2018
Sebzeler	Mineral, vitamin, lif ve antioksidan kaynağı	Karakaya ve El, 1997
Bakliyatlar	Protein Kaynağı Esansiyel aminoasitler açısından zengin, Lif, mineraller ve antioksidan kaynağı	Atalay ve Gökbulut, 2021

Bu bileşenler, ürünlerin yalnızca duyusal özelliklerini iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda tahıllı barlara karakteristik bir nüstriyonel profil de kazandırmaktadırlar. Örneğin, kuruyemişler, zengin bir doymamış yağ asitleri kaynağıdır. Bu sayede tahıllı barların enerji içeriğini artırmaktadırlar. Ayrıca, bu gibi bileşenler, lif, mineraller, tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif içerikler açısından zengin olup, bar formülasyonlarının geliştirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadırlar (Garcez De Carvalho vd., 2011).

Kurutulmuş meyveler ve/veya tohumlar ise, mineral, vitamin, omega 3 yağ asitleri ve lif içeriğini artırmakla birlikte, ürünlere çok yönlü tat ve aroma kazandırmak için de kullanılırlar (Heenan vd., 2010).

2.2 Atıştırmalık Barların Beslenmedeki Yeri

Fonksiyonel gıdalar, düzenli ve yeterli miktarda tüketildiğinde sağlık üzerinde potansiyel olarak olumlu etkiler gösteren, doğal, zenginleştirilmiş, takviye edilmiş veya geliştirilmiş gıda ürünlerdir. Bu besinler, birçok sağlık riskini azaltma potansiyeline sahip olan biyoaktif bileşenler veya aktif maddeler içermektedirler (Martirosyan ve Miller, 2018).

Fonksiyonel gıdalara olan ilgi, sağlıklı olma bilinci, gıda mevzuatındaki ve diyet tercihlerindeki değişiklikler gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle önemli ölçüde artmıştır. Bu gelişmeler sonucunda, özel ihtiyaçları ve fizyolojik gereksinimleri karşılamak amacıyla birçok yeni besin formülasyonu geliştirilmiştir. Geliştirilen yeni formülasyonlardan birisi ise atıştırmalık barlardır (Boukid vd., 2022).

Atıştırmalık barlar, çok yönlü ve karbonhidrat, protein ve yağ açısından uygun kaynaklar sunan, yemeye hazır karışımlar olarak tanımlanmaktadır (Ayad vd., 2020). Çoğu bar, çeşitli doğal bileşenleri içerdiği için, tahıl, kabuklu yemiş ve meyve türleri gibi birçok biyoaktif fitokimyasalın kaynağını da teşkil etmektedirler. Bu nedenle, potansiyel olarak, bir tür fonksiyonel besin olarak değerlendirilebilirler (Darappa, 2015).

Barlar, takviye amacıyla yetersiz beslenme ile mikro besin eksikliklerinin azaltılmasına katkıda bulunabilirler. Piyasadaki en işlevsel ve kullanışlı besinlerden olan bu ürünler, tüketicilerce belirli gereksinimlerini karşılamak amacıyla tercih edilmektedir. Örneğin, tahıl barları kahvaltıda doyurucu bir seçenek sunarken, proteince zengin spor barları sporcular ve çocuklar da dahil olmak üzere geniş bir kitleye hitap etmektedirler. Ayrıca, vitaminle zenginleştirilmiş barlar, tüm aile için atıştırmalık olarak kullanılabilir (Nadeem vd., 2012).

2.3 Atıştırma Barlarının Nutrisyonel Özellikleri

Son yıllarda fonksiyonel gıdalara olan talep belirgin şekilde yükselmiştir. Bu bağlamda, pratik tüketimi ve zengin besin içerikleriyle öne çıkan atıştırma barları, fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir yer edinmiştir. Özellikle, bu ürünlerin yüksek fenolik bileşen içerikleri ve güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle sağlık üzerindeki potansiyel faydaları bilimsel araştırmalar tarafından sıklıkla ele alınmaktadır (Doe ve Roe, 2019a; Doe ve Roe, 2019b; Smith ve Jones, 2020).

Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı gıdalarda yaygın olarak bulunan ve antioksidan kapasiteleriyle bilinen biyoaktif maddelerdir. Bu bileşiklerin sağlık üzerindeki etkileri, vücut tarafından ne derece emilip kullanılabilirliğine, yani biyoyararlanımlarına bağlıdır (Jones vd., 2022).

Fenolik bileşiklerin biyoyararlanımı, gıdanın matrisi, sindirim sürecinin doğası ve biyotransformasyonu gibi çeşitli etmenlerden etkilenmektedir. Bu faktörlerin detaylı olarak incelenmesi, fenolik bileşiklerin etkinliğini ve sağlık üzerindeki yararlarını optimize etmek için gereklidir (Williams ve Clark, 2020a).

2.3.1 Atıştırma Barlarının Fenolik İçerikleri

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu (-OH) taşıyan aromatik halkalar içeren organik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler hem basit hem de karmaşık yapılar içeren geniş bir kimyasal grubu temsil etmektedirler. Dolayısıyla, fenolik bileşikler basit yapılu moleküller (fenol) veya daha karmaşık yapılar (tanenler ve flavonoidler) şeklinde bulunabilirler (Scalbert vd., 2005; Williams ve Clark, 2020b).

Fenolik bileşikler, bitkilerin savunma mekanizmaları üzerinde önemli görevleri olan, çoğunlukla bitkilerin renk, tat ve aroma bileşenleri olarak görev yapmaktadırlar. Fenolik bileşikler, bitkilerin patojenlere, ultraviyole ışınlarına ve çevresel stres faktörlerine karşı korunmasında rol oynamaktadırlar (Dai ve Mumper, 2010).

İnsan beslenmesinde bitkilerin önemi göz önünde bulundurulduğunda, fenolik bileşikler güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle büyük önem taşımaktadır.

Fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarını önlemekte ve dolayısıyla pek çok kronik hastalığa karşı koruma sağlamaktadır (Manach vd., 2004).

Fenolik bileşikler, meyveler, sebzeler, çay, kahve, kakao ve tahılların tüketimi ile insan vücuda alınmaktadır. Fenolik bileşikler, insan beslenmesinde özellikle antioksidan özellikleri sayesinde önemli rol oynamaktadırlar (Pandey ve Rizvi, 2009).

Fenolik bileşikler, serbest radikallerin yol açabileceği oksidatif stresi azaltarak hücre ve dokuların korunmasına yardımcı olurlar. Oksidatif stres, birçok hastalıkta önemli bir risk faktörü olarak kabul edilir ve bu hastalıkların başında kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve nörodejeneratif hastalıklar gelmektedir. Bu nedenle, fenolik bileşikler açısından zengin gıdaların beslenmeye düzenli olarak dahil edilmesi, bu hastalıklara karşı koruyucu bir etki sağlayabilir (Dai ve Mumper, 2010).

Fenolik bileşikler anti-inflamatuar, antimikrobiyal ve antikanserojen özellikler de sergileyerek, kan damarlarının fonksiyonlarını iyileştirmekte ve kan basıncını dengeleyerek kardiyovasküler sağlığa katkıda bulunmaktadırlar (Pandey ve Rizvi, 2009).

Bazı araştırmalar, fenolik bileşiklerin bağırsak sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini de ortaya koymuştur. Bu bileşikler, bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek bağırsak florasının dengesini korur ve böylece genel sağlık üzerinde olumlu bir etki yapar. Fenolik bileşiklerin ayrıca bazı kanser türlerine karşı koruyucu etkileri olduğu da gösterilmiştir (Manach vd., 2004).

Besinlerde fenolik bileşiklerin miktarını belirlemek amacıyla çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en yaygın kullanılanlar Folin-Ciocalteu reaktifi, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve spektrofotometrik analizlerdir (Munir vd., 2016).

Atıştırmalık barlar, özellikle yoğun yaşam temposuna sahip bireyler için pratik bir besin seçeneği olarak tercih edilmektedir. Bu ürünler, enerji sağlamalarının yanı sıra, sağlık açısından faydalı olan çeşitli bileşenler de içerirler. Son dönemlerde bu barların fenolik bileşik içerikleri üzerinde yapılan araştırmalar, bu

bileşiklerin antioksidan özellikleri ve diğer biyolojik yararları nedeniyle artış göstermektedir (Barakat ve Alfheaid, 2023b).

Fenolik bileşikler, bitkisel kaynaklı gıdalarda doğal olarak bulunan, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücre hasarını önleyen güçlü antioksidanlardır (Gonzalez ve Smith, 2018).

Atıştırmalık barların fenolik bileşik içeriğini korumak ve artırmak için yapılan çalışmalardan birisinde, hurma ve diğer bitkisel bileşenlerin atıştırmalık ürünün antioksidan fenolik bileşiklerce zenginleşmesine katkı sağladığını ortaya koymuştur (Barakat ve Alfheaid, 2023b).

Bir diğer çalışmada, meyve bazlı barları kaplamanın depolama süresi boyunca fenolik bileşik kaybını en aza indirdiği ve böylece ürünlerin besin değerini koruduğu gösterilmiştir (Müller vd., 2009).

Bazı araştırmalar ise, atıştırmalık barların fenolik içeriklerini artırmak amacıyla çeşitli stratejilerin uygulanabileceğini göstermektedir. Örneğin, proteince zengin tahıllar kullanarak fenolik bileşiklerce zenginleştirilmiş bar ve optimum kurutma tekniği ile fenolik içeriğin korunması geliştirilmiştir. Bu araştırmalar, fenolik bileşiklerin korunması ve artırılması için üretim teknolojilerinin ve doğal kaynaklı ingrediyeentlerin önemini göstermektedir (Padmashree vd., 2012; Tontul ve Topuz, 2017). Özetle, gelecekteki çalışmalar, bu alandaki bilgi birikimini ile daha yenilikçi ve sağlıklı atıştırmalık ürünlerin geliştirilmesi potansiyeli taşımaktadır.

2.3.2 Atıştırmalıkların Antioksidan Kapasiteleri

Günümüzde artan sağlık bilinci ile antioksidanlar ve antioksidan kapasitesi kavramları giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Serbest radikallerin hücrelere verdiği zararlar ve oksidatif stresin kronik hastalıkların oluşumunda oynadığı rol göz önüne alındığında, antioksidanların önemi daha net şekilde anlaşılmaktadır. Antioksidan kapasitesi, bir maddenin ya da organizmanın serbest radikalleri etkisiz hale getirme gücü olup, sağlık açısından son derece kritik bir role sahiptir (Halliwell ve Gutteridge, 2007; Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

Antioksidanlar, doğada özellikle bitkisel kaynaklarda bulunmaktadır. Meyveler, sebzeler, kuruyemişler, tahıllar ve baklagiller doğal antioksidanların en önemli kaynakları arasında yer almaktadırlar (Prior ve Cao, 2000).

Yaban mersini, çilek ve böğürtlen gibi meyveler, yüksek flavonoid ve fenolik bileşik içeriği ile güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Yeşil yapraklı sebzeler ise E vitamini ve karotenoidler açısından zengin olup, oksidatif stresi azaltma potansiyeline sahiptirler (Seeram vd., 2006; Basu ve Rhone, 2010).

Çikolata, kahve ve çay gibi içecekler de antioksidan açısından zengindirler. Bitter çikolata, yüksek flavonoid içeriğiyle tanınırken, yeşil çay ise kateşinler bakımından oldukça zengindir. Bu besinlerin düzenli tüketimi, vücudun antioksidan kapasitesini artırmaya yardımcı olabilmektedir (Ding vd., 2006).

Antioksidanların sağlık faydaları, oksidatif stresle başa çıkma yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Serbest radikallerin hücrelerde hasara neden olması, kronik hastalıkların gelişiminde önemli bir etken olarak kabul edilmektedir. Antioksidanlar, bu süreçleri durdurarak veya yavaşlatarak koruyucu bir sağlık etkisi sağlarlar. Örneğin, kalp hastalıkları, kanser ve diyabet gibi kronik rahatsızlıkların riskini azaltmada antioksidanların kilit bir rol oynadığı bilinmektedir (Suzuki vd., 2012).

Antioksidanlar bağışıklık sistemini desteklemekte, yaşlanma belirtilerini yavaşlatmakta ve beyin sağlığını korumaktadır. Özellikle lutein ve zeaksantin gibi karotenoidlerin, göz sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bu biyoaktif bileşikler, makula dejenerasyonu gibi yaşa bağlı göz hastalıklarının önlenmesinde etkili bir rol oynamaktadırlar. Antioksidanların beyin sağlığı üzerindeki olumlu etkileri de nörodejeneratif hastalıklara karşı koruma sağlama potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir (Joseph vd., 2005; Halliwell ve Gutteridge, 2007).

Antioksidan kapasitesi, bir maddenin serbest radikalleri etkisiz hale getirme yeteneğini tanımlayan bir kavramdır. Vücutta serbest radikallerin birikmesi, oksidatif stres adı verilen bir duruma neden olmakta ve bu durum, hücrelere zarar vererek yaşlanma, kanser ve kalp hastalıkları gibi çeşitli kronik hastalıkların gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Antioksidanlar, bu zararlı molekülleri etkisiz

hale getirerek hücreleri korumakta ve oksidatif stresin olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

Antioksidan kapasitesini değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Prior vd., 2005). Yaygın olarak uygulanan testler arasında; DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit), FRAP (Ferrik İyon Redükleme Antioksidan Gücü) ve ORAC (Oksijen Radikal Absorpsiyon Kapasitesi) yer almaktadır (Apak vd., 2004; Huang vd., 2005).

Atıştırmalık barların da antioksidan kapasitesi üzerine yapılan çalışmalar, bu ürünlerin sağlık yararlarını artırmak için çeşitli zenginleştirme yöntemleri üzerine odaklanmıştır. Bu bağlamda, fenolik bileşikler, flavonoidler, vitaminler ve diğer antioksidan bileşenler, barların besin değerini yükseltmek amacıyla formüllere eklenmektedir (Dai ve Mumper, 2010).

Fenolik bileşiklerin serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif stresi azaltma kapasitesi, bu bileşenlerin sağlık açısından önemini ön plana çıkarırken, flavonoidlerin kalp sağlığını destekleme, kanser riskini azaltma ve hücre korumasını sağlama gibi ek avantajları da göz önünde bulundurulmaktadır. Antioksidan bileşenler, atıştırmalık barların raf ömrünü uzatmak, besin değerini artırmak ve fonksiyonel besin olarak değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadırlar (Giampieri vd., 2015). Hurma bazlı enerji barlarının fenolik bileşikler bakımından zengin olduğu ve yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Hurmanın yalnızca antioksidan kapasiteyi güçlendirmekle kalmayıp, aynı zamanda bu tür barların nütrisyonel değerini de kayda değer şekilde artırdığını ortaya koymaktadır (Barakat ve Alfheaid, 2023b). Flavonoid ilave edilmiş barların toplam antioksidan kapasitesinin belirgin şekilde arttığı ve atıştırmalık barların sağlık açısından daha faydalı hale getirilmesinde flavonoidlerin önemli rol oynadıkları bilinmektedir (Padmashree vd., 2012).

2.3.3 Biyoyararlanım ve Biyoerişebilirlik

Biyoyararlanım, bir besin maddesinin vücutta ne kadar emilip kullanılabileceğini tanımlayan önemli bir kavramdır. Bu kavram, bir maddenin biyolojik etkinliği ve vücutta nasıl kullanıldığına dair kritik bir rol oynamaktadır (Rein vd., 2013).

Beslenme biliminde ve farmakolojide biyoyararlanımın tüketilen besin veya ilacın etkinliğini ve sağlığa sağladığı faydayı doğrudan etkilediği için son derece önemli bir yeri bulunmaktadır. Bir diğer ifadeyle, biyoyararlanım, beslenme ve sağlık üzerinde belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Hurrell ve Egli, 2010).

Yüksek biyoyararlanıma sahip gıdalar, vücudun ihtiyaç duyduğu vitaminler, mineraller ve diğer temel bileşenleri en verimli şekilde sağlayarak genel sağlık durumunu iyileştirme potansiyeline sahiptirler. Bu nedenle, bireylerin sağlığını korumak ve hastalıklardan korunmak amacıyla biyoyararlanımı artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi gereklidir (Miller ve Welch, 2013).

Biyoyararlanım, bir besin maddesinin formu, bileşenlerinin kimyasal yapısı ve diğer besinlerle etkileşimi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Biyoyararlanım, bir dizi farklı faktörden etkilenir. Bu faktörler, besinin kimyasal yapısı, vücuttaki emilim koşulları, sindirim sisteminin durumu ve besinlerin hazırlanış şekli gibi unsurları içermektedir. Örneğin, bir besinin biyoyararlanımı, sindirim enzimlerinin işlevselliğine ve bağırsak florasının genel durumuna göre değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca, besinlerin pişirilme yöntemi, işlenme süreçleri ve tüketim şekli de biyoyararlanımı önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Srinivasan, 2001).

Bir besin maddesinin kimyasal yapısı, biyoyararlanımının belirlenmesinde en önemli faktörlerden biridir. Çünkü, bu yapı, besinin vücutta nasıl emileceği ve kullanılacağı üzerinde doğrudan etkilidir. Örneğin, demir iki ana formda bulunmaktadır. Bunlar; hem ve non-hem demir formlarıdır. Hem demir, hayvansal gıdalarda yer almakta ve vücut tarafından daha kolay emilmektedir. Bu durum, hem demirin mide asidinde daha hızlı çözünmesiyle ilişkilidir. Non-hem demir ise, bitkisel kaynaklardan elde edilmekte ve emilim oranı daha düşük olma eğilimindedir. Çünkü, bu formun bağırsakta çözünmesi ve vücut tarafından kullanılması daha zordur. Hem demirin biyoyararlanımı, non-hem demire göre daha yüksek olduğundan, hayvansal kaynaklı demir, demir eksikliğini önlemede daha etkili olmaktadır. Besin maddelerinin kimyasal yapısı, aynı zamanda diğer besin maddeleriyle olan etkileşimlerine bağlı olarak biyoyararlanımını artırabilmekte veya azaltabilmektedir. Bu nedenle, diyet planlamasında bu faktörlerin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır (Fandetti vd., 2023).

Biyoyaralanımı etkileyen kritik unsurlardan biri sindirim sisteminin genel durumudur. Sindirim sürecinin etkinliği, besin maddelerinin emilimini doğrudan etkilemektedir. Bağırsak florasının dengesi bu süreçte önemli bir rol oynamakta olup, yararlı bakterilerin sağlıklı bir dengede olması, besinlerin daha etkin bir şekilde sindirilmesine ve emilmesine yardımcı olmaktadır (Rein vd., 2013).

Besinlerin pişirilme yöntemleri, işlenme şekilleri ve tüketim biçimleri biyoyaralanımı etkilemektedir. Örneğin, pişirme bazı besin bileşenlerinin yapılarını bozarak bunların vücut tarafından daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayabilmektedir. Özellikle, bazı vitaminler ve mineraller pişirme sırasında daha erişilebilir hale gelmektedirler. Bununla birlikte, pişirme yüksek sıcaklıkları bazı besin öğelerinin kaybolmasına neden olmakta ve bu durum ise biyoyaralanımın düşmesine yol açabilmektedir (Stielow vd., 2023).

Genel beslenme durumu ve diyet alışkanlıkları, besin öğelerinin biyoyaralanımında önemli bir etkiye sahiptirler. Yetersiz beslenme, vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin yeterli miktarda alınamamasına neden olmakta ve bu durum, besin öğelerinin emiliminde azalmaya yol açabilmektedir (Gu vd., 2016).

Dengesiz diyetler, besin öğelerinin emiliminde olumsuz etkiler yaratabilirler. Örneğin, yüksek yağ içeren ve düşük lifli diyetler, besin öğelerinin emilimini zorlaştırabilmektedir (Smith vd., 2021).

Diyet kalitesi de besin öğelerinin emiliminde kritik rol oynamaktadır. Dengeli bir diyet, gerekli besin öğelerinin sağlıklı bir şekilde emilimini destekleyebilmektedir. Örneğin, C vitamini içeren besinlerin tüketimi, demir emilimini artırarak demirin biyoyaralanımını iyileştirebilmektedir. Ayrıca, aşırı işlenmiş gıdalar ve yüksek şeker içeren diyetler, bağırsak sağlığını bozmakta ve bu durum, besin öğelerinin emiliminde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Gu vd., 2016).

Biyoyaralanımın ölçülmesinde kullanılan başlıcaları: *in vivo* (kan, idrar ve dışkı analizleri) ve *in vitro* (mide ve barsak sindirim sıvıları ve enzimleri) yöntemleridir (Zhu vd., 2019).

Atıştırmalık barların biyoyaralanımını etkileyen faktörlerin detaylı bir şekilde incelenmesi, bu ürünlerin besin değerlerini optimize etmek açısından kritik

öneme sahiptir. Benzer şekilde, atıştırmalık barların biyoyaralanımını etkileyen faktörlerin detaylı şekilde incelenmesi, bu ürünlerin besin değerlerini en iyi şekilde korumak ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini artırmak açısından önem arz etmektedir (Smith vd., 2021).

Biyoerişilebilirlik, bir besin ögesinin veya ilaç bileşiminin biyolojik etkinliğini etkileyen önemli bir faktördür. Bu kavram, vücutta emilen bileşiklerin biyolojik etkilerinin ne kadar olacağını belirler ve çok çeşitli parametreler tarafından şekillendirilir). Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyoerişilebilirliğin yalnızca biyolojik faktörlerle değil, çevresel, genetik ve teknolojik faktörlerle de etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca, biyoerişilebilirliği artırmaya yönelik birçok yenilikçi yöntem geliştirilmiştir (Yang vd., 2021).

Biyoerişilebilirlik, çeşitli içsel ve dışsal faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler, besin bileşenlerinin kimyasal yapısının yanı sıra çevresel faktörlerle de ilişkilidir (Ríos vd., 2020). Aşağıda, biyoerişilebilirlik üzerinde önemli etkileri olduğu bilinen bazı başlıca faktörler açıklanmıştır:

Besin Matrisinin Yapısı: Besin bileşenlerinin biyolojik olarak erişilebilirliği, besinlerin matris yapısına bağlıdır. Özellikle yağda çözünebilen bileşiklerin, suya çözünebilen bileşiklerden daha yüksek biyoerişilebilirliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir. Lipofilik vitaminler, örneğin A, D, E ve K yağlı gıdalarda daha iyi emilmekte ve suya çözünebilen C vitamini gibi bileşikler farklı dinamiklerle vücutta işlenmektedir (Yang vd., 2021)).

Bileşenlerin Kimyasal Yapısı: Kimyasal yapılar, gıda bileşenlerinin biyoerişilebilirliğini belirlemede önemli bir etkendir (Ríos vd., 2020). Yağda çözünebilen bileşiklerin, suda çözünebilen bileşiklere kıyasla genellikle daha iyi emildiği tespit edilmiştir (Zhang vd., 2021).

Bağırsak Mikrobiyomu ve Metabolizma: Bağırsak mikrobiyomu, besin bileşenlerinin emiliminde önemli bir rol oynar. Fenolik bileşiklerin ve antioksidanların biyoerişilebilirliği, mikrobiyom tarafından etkilenmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, mikrobiyomun biyoerişilebilirlik üzerindeki etkilerinin daha fazla araştırılması gerektiğini vurgulamaktadır (Ríos vd., 2020).

Biyoerişilebilirliği ölçmek için başvurulan yöntemler genellikle hayvan deneyleri ve insan klinik çalışmalarıdır. Bununla birlikte, in vitro ve in vivo testlerin

birleştirilmesi, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar (Delgado vd., 2023).

Hayvan Deneyleri: Hayvan modelleri, biyoerişebilirlik ölçümü için yaygın olarak kullanılsa da bu tür deneylerin insan üzerindeki geçerliliği konusunda bazı sınırlamalar mevcuttur (Zhang vd., 2021). Hayvanlar üzerinde yapılan testler, biyolojik etkileşimleri anlamamıza yardımcı olabilir (Delgado vd., 2023).

İnsan Deneyleri ve Klinik Çalışmalar: İnsan klinik çalışmaları, biyoerişebilirliği ölçmek için en güvenilir yöntemlerden biridir. Bu tür çalışmalarda biyomarkerler ve kan örnekleri kullanılarak biyoerişebilirlik daha net bir şekilde değerlendirilir. Klinik deneyler, biyoerişebilirliğin pratikte nasıl gerçekleştiğini ve hangi faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Zhang vd., 2021).

Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan ve sağlık açısından faydalı olan bileşiklerdir. Ancak, bu bileşiklerin biyoerişebilirliği genellikle düşüktür ve emilimleri sınırlıdır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliğini artırmaya yönelik çeşitli yöntemleri incelemektedir (Yang vd., 2021).

Mikrokapsülleme ve Liposomal Taşıma Sistemleri: Fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliğini artırmak amacıyla mikrokapsülleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntem, bileşiklerin daha stabil hale gelmesini sağlayarak mide asidinden korunmalarını ve bağırsaklarda daha iyi emilim göstermelerini mümkün kılar. Ayrıca, liposomal taşıma sistemleri de fenolik bileşiklerin biyoerişebilirliğini artırmada önemli bir teknolojidir (Delgado vd., 2023).

Nanoteknoloji: Nanoteknolojik yöntemler, fenolik bileşiklerin vücutta daha iyi emilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Nanopartiküller, fenolik bileşiklerin daha küçük boyutlarda taşınmasına imkân vererek emilim oranlarını artırabilir. Ayrıca, nanopartiküller sayesinde hedefe yönelik taşıma sistemleri de oluşturulabilmektedir ((Ríos vd., 2020).

Nanoteknoloji, biyoerişebilirliği artırmaya yönelik yenilikçi bir yöntem olarak son yıllarda öne çıkmıştır. Nanopartiküllerin kullanımı, farmasötik ürünlerde ve gıda bileşenlerinde biyoaktif bileşenlerin emilim oranlarını artırmada etkili olabilmektedir (Yang vd., 2021).

Nanopartiküller ve Biyoerişebilirlik: Nanopartiküller, biyolojik etkileşimleri geliştirmek amacıyla tasarlanabilir ve taşıma sistemleri kurulabilir. Bu sayede biyoaktif bileşiklerin emilimi daha verimli ve hızlı hale gelir (Delgado vd., 2023).

Yenilikçi Nanoparçacık Sistemleri: Son yıllarda yapılan çalışmalarda, nanoparçacık sistemlerinin besin öğelerinin, vitaminlerin, minerallerin ve ilaçların biyoerişebilirliğini artırmada kullanıldığı tespit edilmiştir. Nanopartiküller, biyolojik bariyerleri geçebilme kapasiteleri sayesinde farmasötik ürünlerin etkinliğini artırabilir (Yang vd., 2021).

Biyoerişebilirlik, besin öğelerinin ve farmasötik bileşiklerin biyolojik etkinliğini belirleyen önemli bir parametredir. Son yıllarda biyoerişebilirliği artırmaya yönelik geliştirilmiş olan çeşitli yöntemler, bu bileşiklerin emilim oranlarını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Nanoteknoloji, mikrokapsülleme ve liposomal taşıma sistemleri gibi yenilikçi yaklaşımlar, biyoerişebilirliği artırma potansiyeli sunmakta ve bu alanlardaki araştırmalar hızla ilerlemektedir (Ríos vd., 2020). Ancak, biyoerişebilirlik konusunda daha fazla klinik ve laboratuvar çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır, çünkü bu alandaki bilgiler sınırlıdır ve uygulamalı araştırmaların çoğu hala deneme aşamasındadır (Delgado vd., 2023). Gelecekte, bu yenilikçi yöntemlerin gıda ve ilaç endüstrisinde yaygınlaşarak halk sağlığını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir (Yang vd., 2021).

2.4 Atıştırmalık Barlarla İlgili Yasal Düzenlemeler

Gıda sektörü, tüketici tercihlerindeki hızlı değişimler ve artan sağlık bilinciyle birlikte giderek daha karmaşık bir yapıya kavuşmaktadır. Bu doğrultuda, atıştırmalık barlar gibi hızlı tüketim ürünleri hem ulusal hem de uluslararası düzeyde kapsamlı düzenlemelere tabi tutulmaktadır. Bu ürünlerin güvenliği, besin içeriği, bileşen özellikleri ve etiketleme kriterleri, başta ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı olmak üzere çeşitli düzenleyici otoriteler tarafından dikkatle denetlenmektedir (USDA, 2024; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

FDA'nın 2024 yılı için planladığı yeni düzenlemeler, özellikle sodyum azaltımı, ön yüz beslenme etiketlemesi ve ultra-işlenmiş gıdalara yönelik sınırlamalar gibi alanlara yoğunlaşmaktadır. Bu yeni düzenlemeler, gıda üreticileri için daha

karmaşık bir uyum süreci öngörmekte olup, üreticilerin hem içerik hem de etiketleme standartları açısından daha katı kurallara uymasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle, FDA'nın öngördüğü ön yüz beslenme etiketlemesi, tüketicilerin gıdaların sağlık üzerindeki etkileri hakkında daha bilinçli seçimler yapmalarını hedeflerken, bu durum üreticiler için ilave maliyetler ve operasyonel zorluklar getirecektir (FDA, 2024).

T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Türk Gıda Kodeksi (TGK), gıda ürünlerinin üretimi, işlenmesi, paketlenmesi ve etiketlenmesine ilişkin kapsamlı düzenlemeler sunmaktadır. Bu düzenlemeler, yerel üreticilerin hem ulusal hem de uluslararası piyasalarda rekabet edebilmeleri için gerekli olan standartları belirlemektedir. TGK, büyük ölçüde Avrupa Birliği (AB) düzenlemeleriyle uyumlu olup, Türkiye'ye özgü sağlık ve güvenlik gereksinimlerini de içermektedir. Bu nedenle, Türkiye'deki üreticiler, ürünlerini iç ve dış pazarlara sunarken çeşitli yasal yükümlülükleri karşılamak zorundadır (Smith, 2024; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Gıda sektöründe uygulanan düzenlemeler, tüketici sağlığını ve güvenliğini koruma amacıyla giderek daha sıkı hale gelmekte, bu durum da gıda üreticileri açısından daha dikkatli bir uyum sürecini zorunlu kılmaktadır. Hem FDA'nın hem de Türkiye'deki düzenleyici kurumların bu alandaki faaliyetleri, gıda ürünlerinin güvenilirliğini artırmaya yönelik kapsamlı önlemleri içermektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1 Yasal Düzenlemelerde Dikkat Edilmesi Gereken Konular

Yasal düzenlemelerde dikkate alınması gereken kriterler, gıda ürünlerinin güvenli, sağlıklı ve tüketiciye doğru bilgilerle sunulmasını temin etmek amacıyla oluşturulmaktadır. Atıştırmalık barlar için göz önünde bulundurulması gereken temel kriterler aşağıda sunulmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024; FDA, 2024).

2.4.1.1 İçerik Güvenliği ve Katkı Maddeleri

Ürünlerin üretiminde yer alan tüm bileşenlerin güvenliği sağlanmalıdır. Gıda katkı maddeleri, renklendiriciler, tatlandırıcılar ve koruyucular gibi bileşenlerin kullanımı belirli kısıtlamalarla denetlenmektedir. Bu maddeler, insan sağlığına zarar vermemeli ve yalnızca izin verilen limitler dâhilinde kullanılmalıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1.2 Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Alerjenler

Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) ve alerjenler, etiketlerde açık ve net bir şekilde belirtilmelidir. Bu tür bilgiler, tüketicilerin ürün seçimlerinde bilinçli kararlar almasını sağlamaktadırlar (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1.3 Etiketleme ve Bilgilendirme

Ürünün besin değeri, enerji içeriği, protein, karbonhidrat, yağ oranları ve diğer temel besin öğeleri etikette mutlaka belirtilmelidir. Bu bilgiler, tüketicilerin beslenme gereksinimlerine uygun ürünleri seçmelerine katkı sağlamaktadır.

Ürünün sağlığa yararlı olduğuna dair beyanlar, mutlaka bilimsel verilerle desteklenmelidir. Tüketiciyi yanıltabilecek abartılı veya yanlış sağlık beyanları, sıkı bir denetim sürecine tabi tutulmaktadır. Ürünün üretim yeri, menşei ve kullanılan malzemelerin kaynağı hakkında doğru bilgi sağlanması zorunludur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1.4 Ambalajlama ve Saklama Koşulları

Ürünün ambalajında kullanılan malzemelerin, gıda ile temas için uygun olması gerekmektedir. Ambalaj materyalleri, ürünün kalitesini korumalı ve herhangi bir kontaminasyon riski yaratmamalıdır. Ürünün saklama koşulları, son kullanma tarihi ve uygun saklama yöntemleri etikette açıkça belirtilmelidir. Bu bilgiler, ürünün tazeliğini ve güvenliğini muhafaza etmek için kritik bir rol oynamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1.5 Üretim ve İşleme Standartları

Üretim tesisleri, hijyen ve sanitasyon standartlarına uygun şekilde çalışmalıdır. İyi Üretim Uygulamaları (GMP), kontaminasyon riskini en aza indirmek ve ürün kalitesini korumak amacıyla geliştirilmiştir. Ürünün geçtiği aşamalar ve kullanılan malzemelerin kaynağı gibi izlenebilirlik bilgilerinin kayıt altına alınması ve gerektiğinde denetlenebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bilgiler, geri çağırma durumunda hızlı ve etkili müdahale yapılabilmesini sağlamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.1.6 Uyum ve Denetim

Ürünlerin hem ulusal hem de uluslararası yasal düzenlemelere uygunluğu sağlanmalıdır. İhracat yapan şirketler, hedef pazardaki düzenlemeleri de dikkate almalıdır. T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı gibi ilgili otoriteler tarafından periyodik denetimler gerçekleştirilmektedir. Uyumsuzluk tespit edildiğinde, üreticilere çeşitli yaptırımlar uygulanabilmektedir. Bu yaptırımlar arasında ürünlerin geri çekilmesi, para cezaları ve üretim izinlerinin iptali gibi tedbirler yer alabilmektedir. Bu kriterler hem tüketici sağlığını koruma hem de piyasadaki ürünlerin güvenilirliğini sağlama açısından kritik bir öneme sahiptir. Her bir kriterin titizlikle ele alınması, yasal uyumluluğun sağlanmasında ve tüketici güveninin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.2 Yurt İçi Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde atıştırmalık barlar ve benzeri gıda ürünlerine yönelik yasal düzenlemeler, T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı ve TGK tarafından belirlenen mevzuatlar çerçevesinde uygulanmaktadır. Bu düzenlemeler, gıda güvenliğini sağlamak, etiketleme standartlarını belirlemek, içerik kontrolünü sağlamak ve üretim süreçlerini denetlemek gibi geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Türkiye'deki düzenleyici çerçeve, Avrupa Birliği mevzuatlarıyla büyük ölçüde uyumlu olacak şekilde geliştirilmiştir. Bu uyum, Türkiye'nin AB'ye katılım süreci kapsamında yürüttüğü uyumlaştırma çalışmaları sonucunda oluşmuştur. Bununla birlikte, Türkiye, bazı konularda kendi ulusal gereksinimlerine özgü

düzenlemeler ve uygulamalar geliştirmiştir. Özellikle katkı maddeleri, gıda güvenliği denetimleri ve sağlık beyanları gibi alanlarda Türkiye'nin kendine has kuralları mevcuttur. Bu yasal çerçeve, Türkiye'de faaliyet gösteren gıda üreticileri için bağlayıcı nitelikte olup, bu kuralların uygulanması düzenli denetimlerle güvence altına alınmaktadır (Değerli ve El, 2019; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.2.1 Türk Gıda Kodeksi

Türk Gıda Kodeksi (TGK), Türkiye'de üretilen ve piyasaya sunulan gıda ürünlerinin güvenliği ve kalitesini sağlamak amacıyla belirli standartlar oluşturmuştur. Atıştırmalık barlar da bu standartlar çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu ürünlerin içerikleri, etiket bilgileri ve ambalajlama süreçleri, kodeksin kurallarına tam uyumlu olmalıdır. Ürün etiketlerinde yer alan beslenme ve sağlık beyanlarının, TGK Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'ne uygun olması gerekmektedir. Bu beyanlar, ürünlerin besleyici niteliklerini ve sağlık üzerindeki etkilerini, belirli bilimsel kanıtlarla desteklenmiş şekilde ifade etmelidir. TGK, gıda ürünlerinde kullanılabilen katkı maddeleri ve koruyucuların kapsamlı bir düzenlemeye tabi tutulmasını sağlar. Bu maddelerin kullanımı, belirlenen sınırlamalar ve alınan izinler doğrultusunda gerçekteştirilmelidir, bu da tüketici sağlığını koruma amacı taşır (Sezgin ve Ayyıldız, 2019).

2.4.2.2 T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı

T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, gıda güvenliğinin sağlanması ve mevzuatlara uyumun denetlenmesi görevini üstlenmektedir. Bakanlık, gıda işletmelerinde düzenli denetimler gerçekteştirir ve bu denetimlerde tespit edilen uygunsuzluklar durumunda, gerekli yaptırımlar uygulanmaktadır. Paketlenmiş gıdalar, özellikle atıştırmalık barlar, üretim aşamasında Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan üretim izni almak zorundadır. Bu ürünlerin piyasaya sürülebilmesi için gerekli tüm belgeler ve izinlerin eksiksiz olarak temin edilmesi zorunludur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

2.4.2.3 Etiketleme ve Ambalajlama

Ürün etiketlerinde bulunması zorunlu bilgiler arasında ürün adı, içerik listesi, net miktar, son tüketim tarihi ile üretim ve paketlenme yeri gibi bilgiler yer almalıdır. Ayrıca, ürünlerin üzerinde üretim izni numarasının yanı sıra, TGK'ye uygun olduğuna dair bir ibarenin de bulunması gerekmektedir. Ürün etiketlerinde besin değerlerinin belirtilmesi zorunludur. Bu bilgiler, tüketicilerin ürünün besleyici özellikleri hakkında bilinçli seçimler yapabilmesi için kritik öneme sahiptir (Çam ve Aydeniz Güneşer, 2020).

2.4.2.4 İthal Ürünler

Türkiye'ye ithal edilen atıştırmalık barların, TGK ve ilgili mevzuatlara tam olarak uygun olması gerekmektedir. Gümrüklerin Türkiye'deki yasal düzenlemelere uyup uymadığı, gümrük işlemleri sırasında kontrol edilmektedir (Sezgin ve Ayyıldız, 2019).

2.4.3 Yurt Dışı Yasal Düzenlemeler

2.4.3.1 ABD

Atıştırmalık barlar ve benzeri ürünlerin düzenlenmesi, ABD'de karmaşık ve çok katmanlı bir sistemle yürütülmektedir. FDA, bu ürünler için gıda güvenliği, etiketleme ve içerik kontrolü gibi temel standartları belirlemekte ve bu standartlar gıda endüstrisinde uyulması zorunlu kurallar olarak işlev görmektedir (FDA, 2024). Bunun yanı sıra, ABD Tarım Bakanlığı (USDA) özellikle beslenme programları ve okullarda sunulan atıştırmalıklar için belirli düzenlemeler uygulamakta ve bu ürünlerin besleyici niteliklerini kontrol etmektedir (USDA, 2024).

Eyalet düzeyinde ise eyaletler arasında farklılık gösteren ve federal düzenlemeleri tamamlayan ek kurallar mevcuttur. Bazı eyaletler, katkı maddeleri ve etiketleme standartları konusunda daha sıkı düzenlemeler uygulamakta olup, üreticilerin bu farklı eyalet kurallarına da uyum sağlaması gerekmektedir. Yerel düzeyde, ilçe veya şehir yönetimleri tarafından yürütülen ek düzenlemeler de bulunmaktadır. Bu yerel düzenlemeler, genellikle halk sağlığını koruma amacı taşıyan ve yerel

gıda işletmelerinin faaliyetlerini denetleyen ek kurallar içerir (State Food Safety, 2024).

Bu çok katmanlı düzenleyici yapı, atıştırmalık bar üreticilerinin hem federal hem de eyalet ve yerel düzenlemelere uyum sağlamasını gerektirmektedir. Bu durum, üreticilerin ürünlerinin içerik ve etiketleme standartları açısından sıkı düzenlemelere uygun olmasını zorunlu kılmaktadır. FDA, atıştırmalık barların üretim ve dağıtımıyla ilgili olarak çeşitli düzenleyici rehberler yayımlamaktadır. 2024 yılı için öne çıkan başlıca konular arasında sodyum azaltma hedefleri, bitki bazlı ürünlerin etiketlenmesi ve gıda izlenebilirliği gibi önemli düzenlemeler yer almaktadır (Perkins Coie, 2024).

FDA, atıştırmalık barlar gibi gıdaların etiketlenmesine yönelik titiz düzenlemeler uygulamaktadır. Etiketlerde ürün içeriği, besin değeri, alerjenler ve diğer sağlık bilgileri açıkça belirtilmelidir. 2024 yılı itibarıyla, bu tür ürünlerin ön yüzünde besin etiketlerinin yer almasını içeren yeni düzenlemelerin devreye girmesi planlanmaktadır (Baking Business, 2024).

FDA'nın "Food Code" adlı düzenleyici kılavuzu, eyaletler ve yerel yönetimler için gıda güvenliği standartlarını belirleyen temel bir model olarak hizmet vermektedir. Bu kılavuz, gıda işleme ve dağıtım süreçlerinde uygulanması gereken güvenlik protokollerini kapsamaktadır (FDA, 2024).

USDA, okullarda sunulan atıştırmalık barlar için belirli beslenme standartları oluşturmuştur. Bu standartlar, çocukların sağlıklı beslenme alışkanlıkları kazanmalarını teşvik etmek amacıyla tasarlanmış olup, bu tür atıştırmalık barların belirli kriterlere uymasını zorunlu kılmaktadır. USDA, okul dışı programlar ve genel tüketim için piyasaya sunulan gıdalarla ilgili beslenme standartları yayınlamaktadır. Bu standartlar, genellikle ABD Diyet önerileri ile uyum içinde olup, gıda ürünlerinde kullanılan bileşenlerin sağlık üzerindeki etkilerini düzenlemeye odaklanmaktadır (USDA, 2024).

ABD'de eyaletler, kendi gıda güvenliği kurallarını belirleme yetkisine sahip olup, bu durum eyaletler arasında önemli farklılıklara yol açmaktadır. Örneğin, Kaliforniya gibi bazı eyaletler belirli katkı maddelerini yasaklarken, diğer eyaletlerde bu maddeler serbestçe kullanılabilir. Eyaletler, genellikle

FDA'nın rehberlerini temel alsa dahi, ek kısıtlamalar getirme yetkisine sahiptirler (FDA, 2024).

ABD dışındaki ülkelerde, atıştırılabilir barlar ve benzeri gıda ürünlerine yönelik yasal düzenlemeler önemli ölçüde farklılık göstermektedir (EFSA, 2024). Bu düzenlemeler, her ülkenin yerel gıda güvenliği yasaları ve uluslararası standartlarla uyumlu bir şekilde geliştirilmiş olup, aynı zamanda her ülkenin kendine özgü mevzuatına göre şekillenir (MHLW, 2024; FSANZ, 2024).

2.4.3.2 Avrupa Birliği

Avrupa Birliği (AB)'nde, atıştırılabilir barlar ve benzeri gıda ürünleri, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından belirlenen standartlar ve Avrupa Parlamentosu tarafından onaylanan gıda güvenliği direktifleri doğrultusunda düzenlenmektedir. Bu düzenlemeler, gıda katkı maddeleri, alerjenler, etiketleme gereklilikleri ve sağlık beyanları gibi birçok alanda kapsamlı kurallar içermektedir. AB pazarında bu ürünlerin satışa sunulabilmesi için, ilgili düzenlemelere tam uyum sağlanması zorunludur (EFSA, 2024).

2.4.3.3 Kanada

Kanada'da atıştırılabilir barlar, Kanada Gıda Denetim Ajansı (CFIA) tarafından kapsamlı bir denetime tabi tutulmaktadır. Ürünlerin içerik bilgileri, besin değerleri ve sağlık beyanlarına ilişkin etiketleme gereksinimleri, Kanada Gıda ve İlaç Düzenlemeleri çerçevesinde düzenlenmektedir. Ayrıca, Kanada'da genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO) içeren ürünler söz konusu olduğunda, bu bilginin etiket üzerinde net bir şekilde belirtilmesi zorunludur (CFIA, 2024).

2.4.3.4 Japonya

Japonya'da atıştırılabilir barlar ve diğer işlenmiş gıda ürünleri, Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı (MHLW) tarafından sıkı düzenlemelere tabi tutulmaktadır. Ülkede, gıda katkı maddeleri konusunda çok katı yasal çerçeveler bulunmakta olup, pek çok katkı maddesinin kullanımı yasaktır. Ayrıca, Japonya'da gıda

etiketlerinde ayrıntılı besin bilgileri ve alerjen uyarıları zorunlu olarak yer almalıdır (MHLW, 2024).

2.4.3.5 Avustralya ve Yeni Zelanda

Avustralya ve Yeni Zelanda'da atıştırmalık barlar, Food Standards Australia New Zealand (FSANZ) tarafından detaylı dñzenlemelere tabi tutulmaktadır. Bu iki ÷lkede, gıda ürünlerinin güvenliği, etiketleme, sağlık beyanları ve içerik bilgileri titizlikle denetlenmektedir. FSANZ, hem yerel tñketicilerin güvenliğini temin etmek hem de uluslararası standartlarla uyumluluğu sağlamak amacıyla geniş kapsamlı bir gıda güvenliği erevesi sunmaktadır (FSANZ, 2024).

2.4.3.6 in

in'de atıştırmalık barlar, in Ulusal Gıda Güvenliği Standardı (GB Standards) tarafından kapsamlı dñzenlemelere tabi tutulmaktadır. Bu dñzenlemeler, gıda ürünlerinin içerik bilgileri, üretim sñreleri ve sağlık beyanları konusunda oldukça katı kurallar içermektedir. Ayrıca, in'e ithal edilen gıda ürünlerinin yerel dñzenlemelere tam uyum göstermesi ve gñmrükte sıkı denetimlerden geçmesi zorunludur (GB Standards, 2024).

Atıştırmalık barlar ve benzeri gıda ürünlerine yönelik dñzenlemeler, küresel gıda sektöründe tñketicinin sağlığını ve güvenliğini temin etmek amacıyla giderek daha sıkı ve karmaşık hale gelmektedir. Bu dñzenlemeler, ürünlerin içeriklerinin, etiketleme standartlarının, üretim sñrelerinin ve sağlık beyanlarının kontrol altına alınmasını içeren kapsamlı bir ereve sunmaktadır (EFSA, 2024).

ABD, AB, Japonya ve in gibi büyük pazarlar, bu dñzenlemelerin uygulanmasında öncü rol oynamaktadır ve bu durum, uluslararası faaliyet gösteren gıda üreticileri için önemli uyum gerekliliklerini beraberinde getirmektedir (GB Standards, 2024).

Gıda güvenliğini ve tñketicinin güvenliğini sağlamak amacıyla bu dñzenlemelere uyum sağlanması hem yerel hem de uluslararası piyasalarda faaliyet gösteren gıda üreticileri için hayati öneme sahiptir (FSANZ, 2024).

Özetle, her ülkenin kendi mevzuatlarına uygun hareket edilmesi, gıda ürünlerinin pazarda kabul görmesi ve tüketici güveninin sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, düzenleyici çerçevelerin yakından takip edilmesi ve gıda üretim süreçlerinin bu standartlara tam uyumlu hale getirilmesi, gıda sektörünün sürdürülebilirliği ve rekabet gücü için elzemdir.

2.5 Atırtmalık Meyveli Barların Tasarımında Önemli Faktörler

Atırtmalık barların tasarımında dikkate alınması gereken başlıca faktörler şunlardır:

- Proteince zengin ve tahıl içeriğiyle düşük kalorili olması (Tanskanen vd., 2012),
- Doymuş yağ oranına dikkat edilmesi (Nettleton vd., 2017),
- Şeker şuruplarının ve alternatif tatlandırıcıların az ve dengeli kullanılması (Kroger vd., 2006),
- Yeterli diyet lifi sağlanması (Cozma ve Sievenpiper, 2014),
- Anti-nütrisyonel bileşenlerin sınırlı eklenmesi (Örneğin, endokrin bozucu olarak hareket edebilen soya fasulyesi izoflavonlarının düşük tutulması) (Doerge ve Sheehan, 2002).

Kalite açısından bakıldığında, bir ürünün güvenli tüketimini sağlamak için uyulması gereken temel gereksinim, gıda ve içeceklerin belirli kalite standartlarını karşılamasıdır (Salgueiro vd., 2010).

Atırtmalık bar üretiminde su aktivitesi kritik bir faktördür. Su aktivitesine dikkat edilerek mikrobiyolojik güvenlik sağlanmalı ve özellikle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları göz önünde ulundurulmalıdır. Meyve barlarının raf ömrü boyunca dokusal, duysal ve kimyasal özelliklerini stabil bir şekilde koruması gerekmektedir. Ürün, kendi içinde bozulma yaşayabileceği gibi, oksijen, bağıl nem ve UV ışınları gibi çeşitli dış etkenlerden de etkilenebilir. Bu tür faktörler, kalite kayıplarına yol açarak ürünün tüketilemez hale gelmesine neden olabilir (Karakaş ve Tontul, 2021).

2.6 Atıştırma Barlarının Global Pazar Durumu

Grand View Research (GWR) tarafından 2023 yılında hazırladığı rapora göre, atıştırma barları pazar büyüklüğü 2023 yılı sonu itibarı ile 692,52 milyar dolardır. En büyük ürün segmenti, tadı ve doyuruculuğu ile tahıl ve granola bar ürün grubudur. Bu ürün grubunun sporcular arasındaki popülaritesi de artmaktadır. Vejetaryenler arasında kuruyemiş ve tohum atıştırma barlarına artan talebin, büyümesini sürdürmesi beklenmektedir. Bu ürün grubu protein açısından zengin içeriği ile vejetaryen olmayan tüketiciler için de uygun seçenekler sunmaktadır. Avrupa, Asya Pasifik ve Kuzey Amerika bölgelerinde sağlıklı atıştırma bar pazarının 2025 yılına kadar 32,8 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (GWR, 2024).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

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. Örnekler, analiz sürecine kadar +4 °C'de saklanmıştır (Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4, Şekil 3.1, Şekil 3.2).

Tablo 3.1: Meyve Barları Örnek Dağılımı ve Meyve İçerikleri

Marka/Örnek no	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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Atıştırmalık meyveli barların, meyve içeriklerinin, vanilya (n=1), portakal (n=3), elma (n=3), çilek (n=1), bal kabaklı (n=1), turna yemişi (n=1), yaban mersini (n=1), muz (n=1), erik (n=1), kayısı (n=1) ve incir (n=1) şeklinde dağılım

gösterdiği görülmüştür. Atıştırmalık meyveli barların görselleri Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Meyveli Bar Örnekleri

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur

Tablo 3.2: Marka 1 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri

Enerji/Besin Öğesi (100 g)	Marka 1/Örnek no						
	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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.3: Marka 2 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri

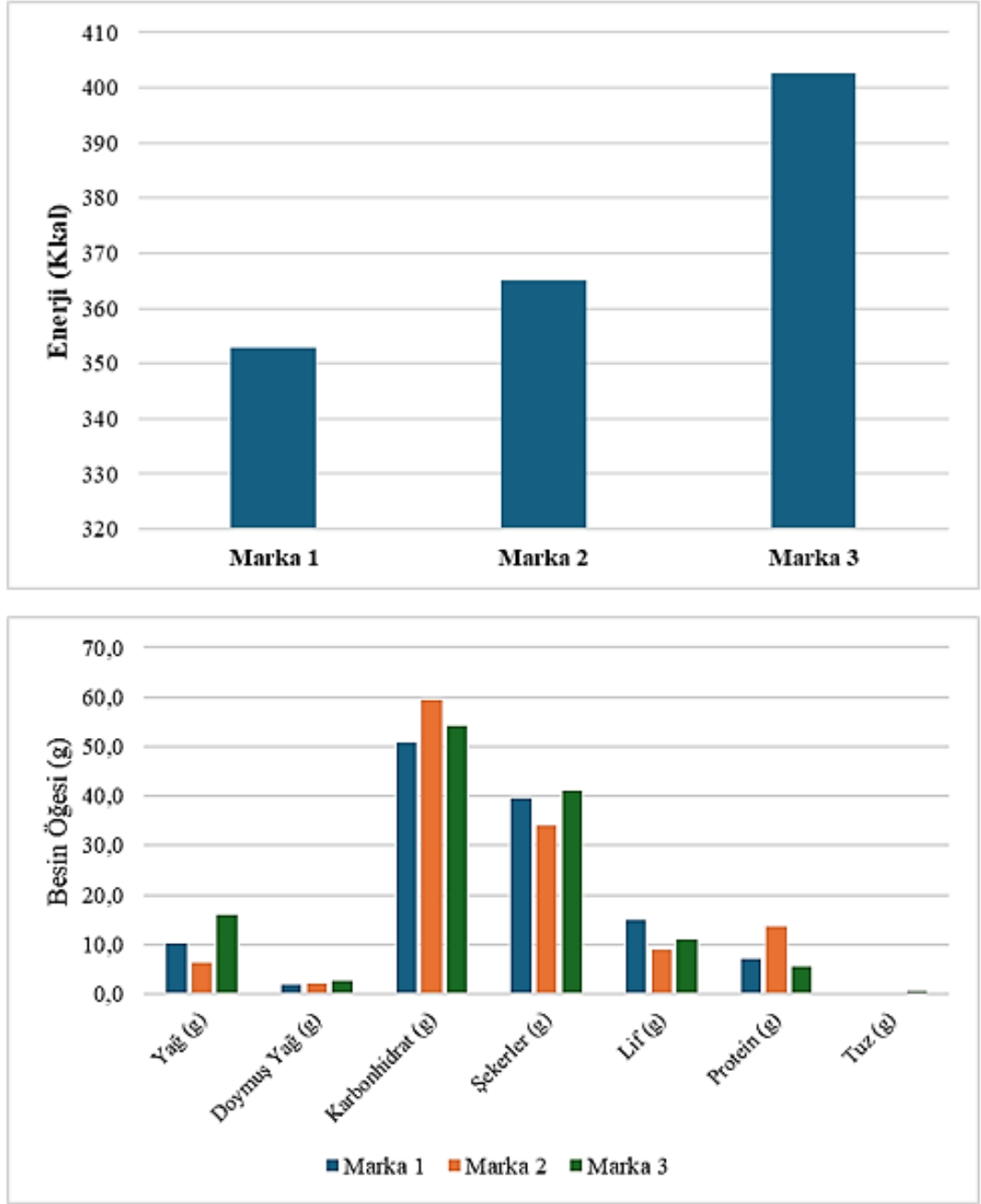
Enerji/Besin Öğesi (100 g)	Marka 2/Örnek no						
	2/1	2/2	2/3	2/4	2/5	Medyan	Ss (±)
Enerji (kkal)	370	407	353	344	351	365	25
Yağ (g)	7	14	7	1.3	2	6.3	5.1
Doymuş Yağ (g)	2.2	2.6	4.4	0.7	1.2	2.2	1.4
Karbonhidrat (g)	62	51	36	73	75	59	16
Şekerler (g)	32	29	32	34	43	34	5
Lif (g)	9.6	12	7.8	7.7	7.1	8.8	2.0
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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 3.4: Marka 3 Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri

Enerji/Besin Öğesi (100 g)	Marka 3/Örnek no						
	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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 3.2: Meyveli Barlar Enerji ve Besin Öğeleri Karşılaştırması

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

3.2 Yöntemler

3.2.1 Toplam Fenolik İçerik Testi

Örneklerin ve ekstraktlarının Toplam Fenolik İçerik (TFİ) analizi, Folin–Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) çalışması izlenerek belirlenmiştir. İlk

olarak, TFİ analizi için, örneklerden çözeltiler hazırlanmıştır. 5 mL folin reaktifi (sodyum 1,2-naftokinon-4-sülfonat) (Merck 109001, Darmstadt, Almanya) 50 mL distile suya eklenmiştir. 15 g sodyum karbonat (Na₂CO₃) (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. Devamında, meyveli bar çözeltilerinden elde edilen ekstraktları santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekten 0,1 mL pipet ile çekilerek, üzerine 0,75 mL %6'luk Na₂CO₃ (Sigma Aldrich 1.06392) ve 0,75 mL folin reaktifi eklenmiştir.

Ekstraksiyon ertesini, örnekler tekrar hazırlanmış olan ekstraksiyon çözeltisi ile ekstrakt ve santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekten, 0,1 mL alınmış ve üzerine 0,75 mL %6'luk Na₂CO₃ ile 0,75 mL folin reaktifi daha pipetlenmiştir. Kör numune için %80 metanol (Merck 1849-29-2) solüsyonundan 0,1 mL alınmış ve 0,75 mL %6'luk Na₂CO₃ eklenmiştir. 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 Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır. TFİ absorbans okuması her örnek için ekstraksiyon öncesi ve ertesini olmak üzere üçer defa tekrar edilmiştir.

3.2.2 Toplam Antioksidan Kapasite Testi

Örnekler ve ekstraktlarının Toplam Antioksidan Kapasite (TAK) analizi, DPPH metodu ve Kumaran ve Karunakaran (2006) çalışması takip edilerek gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, meyveli bar örneklerinden çözeltiler hazırlanmıştır. Bu işlem için, 12 mg 1,1-difenil-2 pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich D9132) 300 mL metanolde çözdürülerek DPPH solüsyonu hazırlanmıştır. Ekstraksiyon çözeltisi için, %0,1 formik asit (Sigma Aldrich 695076) ve %75 metil alkol (Sigma Aldrich 179957) içeren çözeltilerin hacmi distile su ile %100'e tamamlanmıştır. Ekstraksiyon öncesi, meyveli bar örnekleri ekstraksiyon

çözeltisi kullanılarak, önce ekstraktları elde edilmiş; sonrasında ise ekstraktlar santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerden 0,1 mL alınarak, üzerine 2 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir.

Ekstraksiyon sonrası, meyveli bar örnekleri tekrar ekstraksiyon çözeltisi ile ekstrakte edilerek, 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.

3.2.3 İstatistik Analiz

Meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerlerinin medyan ve standart sapma (Ss.) (\pm) değerleri MS Excel ile hesaplanmıştır. Ürünler ve ekstraktlarının ortalama 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.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların ve ekstraktlarının TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. Meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, $6,87 \pm 1,92$ mg GAE/100 g ve $14,45 \pm 0,55$ mg TE/100 g; ekstraktlarında ise $4,88 \pm 0,21$ mg GAE/100 g ve $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirme, ürünlerin ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$).

4.1 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 (Tablo 4.1).

Table 4.1: Meyveli Barların Enerji ve Besin Ögeleri

Enerji/Besin Ögesi (100 g)	Marka 1						
	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	Medyan	Ss (\pm)
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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Table 4.1: (Devamı): **Meyveli Barların Enerji ve Besin Öğeleri**

Enerji/Besin Öğesi (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 Öğesi (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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.2 Toplam Fenolik İçerik 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.

Meyve barlarının TFİ ortalaması $6,87 \pm 1,92$ mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde, TİF düzeyi en yüksek olan üç ürün, portakallı ($13,18 \pm 0,01$), elmalı ($9,14 \pm 0,01$) ve kayısılı ($8,92 \pm 0,00$) barlar iken, TİF düzeyi en düşük iki ürün ise, muzlu ($2,65 \pm 0,01$) ve yaban mersinli ($3,69 \pm 0,00$)

atıştırıcılıklardır (Tablo 4.2). 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 (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Meyve Barları ve Ekstraktlarının TİF Bulguları

Örnek no	Ürün					Ekstraktı				
	1	2	3	Medyan	Ss(±)	1	2	3	Medyan	Ss(±)
Marka 1/1	8.59	8.60	8.60	8.59	0	14.02	14.00	14.04	14.02	0.02
Marka 1/2	4.93	4.92	4.94	4.93	0.01	16.85	16.86	16.87	16.86	0.01
Marka 1/3	8.57	8.59	8.58	8.57	0.01	12.00	12.01	12.00	12.00	0.01
Marka 1/4	6.25	6.28	6.27	6.25	0.01	16.03	16.04	16.05	16.04	0.01
Marka 1/5	7.90	7.92	7.91	7.90	0.01	15.11	15.11	15.11	15.11	0
Medyan/Ss (±)				7.26	1.49	Medyan/Ss (±)			14.81	1.75
Marka 2/1	5.19	5.19	5.18	5.19	0.01	13.89	13.90	13.90	13.90	0.01
Marka 2/2	3.69	3.69	3.69	3.69	0	18.31	18.30	18.30	18.30	0.01
Marka 2/3	2.65	2.67	2.67	2.65	0.01	19.30	19.30	19.31	19.30	0.01
Marka 2/4	5.35	5.36	5.35	5.35	0.01	12.38	12.38	12.39	12.39	0
Marka 2/5	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 3/1	5.68	5.68	5.68	5.68	0	13.35	13.34	13.34	13.34	0.01
Marka 3/2	9.14	9.13	9.15	9.14	0.01	13.84	13.84	13.85	13.84	0
Marka 3/3	8.91	8.91	8.92	8.92	0	12.65	12.65	12.66	12.65	0
Marka 3/4	5.95	5.96	5.97	5.96	0.01	12.39	12.38	12.38	12.38	0.01
Marka 3/5	13.18	13.17	13.18	13.18	0.01	16.85	16.84	16.85	16.84	0
Medyan/Ss (±)				8.58	2.81	Medyan/Ss (±)			13.81	1.66

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.3 Toplam Antioksidan Kapasite Bulguları

Atıştırıcılık 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 absorbands okuması alınmıştır. Meyveli barların TAK ortalaması $4,88 \pm 0,21$ mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde TAK düzeyi en yüksek üç ürün, erikli ($13,18 \pm 0,01$), muzlu ($9,14 \pm 0,01$) ve incirli ($8,92 \pm 0,00$) barlardır (Tablo 4.3). TAK düzeyi en düşük iki ürün ise, portakallı ($2,17 \pm 0,01$) ve yaban mersinli ($2,83 \pm 0,01$) ürünlerdir. Diğer taraftan, örneklerin ekstraktlarının TAK ortalaması ise $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g ölçülmüştür (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Meyve Barlar ve Ekstraktlarının TAK Bulguları

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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

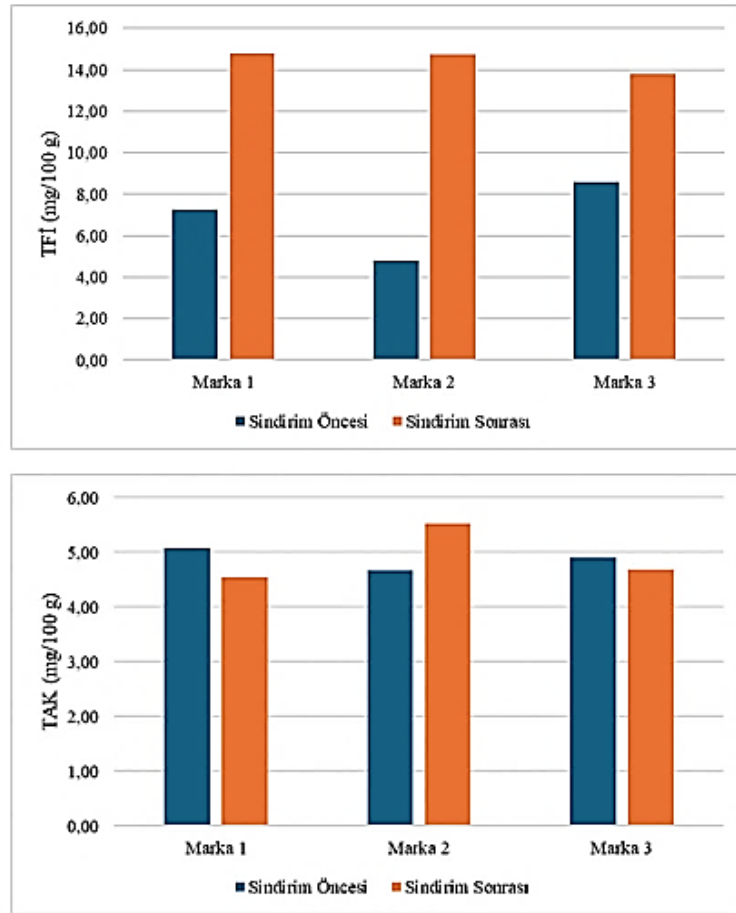
Ürünlerin ve ekstraktlarının ortalama TFI değerleri sırasıyla, $6,87 \pm 1,92$ ve $14,45 \pm 0,55$ mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan TAK değerleri

ortalamları ise $4,88 \pm 0,21$ ve $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g belirlenmiştir (Tablo 4.4, Şekil 4.1).

Tablo 4.4: Meyve Barları ve Ekstraktlarının TFİ ve TAK Ortalamaları

Örnek/Grubu	TFİ (mg/100 g) Medyan \pm Ss.		TAK (mg/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

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 4.1: Meyve Barları ve Ekstraktlarının TFİ ve TAK Ortalamaları

Kaynak: Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

4.4 İstatistik Bulgular

İstatistik analiz bulgularına göre, meyveli barların ve ekstraktlarının, grup içi TİF ($p=0.44>0.05$) ve TAK değerleri ($p=0.93>0.05$) arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilemezken; gruplar arası TİF ve TAK değerleri ($p=0.01<0.05$) arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, atıştırmalık meyveli barların TFİ ve TAK özellikleri araştırılmıştır. Meyve barlarının TFİ ve TAK ortalamaları, $6,87 \pm 1,92$ mg GAE/100 g ve $14,45 \pm 0,55$ mg TE/100 g; ekstraktlarında ise $4,88 \pm 0,21$ mg GAE/100 g ve $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g olarak tespit edilmiştir. İstatistik değerlendirme, ürünlerin ve ekstraktlarının TFİ ve TAK değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Özetle, atıştırmalık 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.

5.1 Tartışma

Çevresel faktörler, besinlerin bulunabilirliği, fiyatı, ürün özellikleri, pazarlaması, mevzuat ve politikaları oluşturacak şekilde tanımlanmıştır. Kişisel olarak, besine erişilebilirlik, satın alabilirlik ve tercihler ise bireysel düzeydeki faktörlerdir. Bu çevresel ve kişisel faktörler, besin sistemi ile etkileşime girmekte ve besin seçiminin itici güçleri oluşturmaktadır (Fandetti vd., 2023). Son yıllarda, beslenme alışkanlıkları dünya çapında önemli ölçüde değişmiştir. Atıştırmalıklar, iştah kontrolü, vücut ağırlığının düzenlenmesi, yetişkinlerde ve diyabet hastalarında kan şekeri kontrolü vd. konularda sağlık üzerinde olumlu yararları olduğu ileri sürülen ürünlerdir (Almoraie vd., 2021).

Atıştırmalık tüketimi son yıllarda hızla artmaktadır. Son yapılan tahminler, günlük enerji alımının yaklaşık %25-35'inin atıştırmalıklardan geldiğini göstermektedir. Bu sorunlu bir durumdur. Çünkü, atıştırmalık tüketimi sağlıksız diyetle bir şekilde ilişkilidir. Atıştırmalıkların şeker ve/veya doymuş yağ açısından zengin ve besin kalitesi düşük enerji yoğun besinler şeklinde tüketilmeleri sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Schlinkert vd., 2020a). Bu nedenle, insanların 'ideal atıştırmalıkları' nasıl algıladıklarını anlamaya ihtiyaç vardır (Schlinkert vd., 2020b).

Sağlıksız atıştırmalıkların lezzetli olarak pazarlanması, insanların sağlıklı beslenme hedeflerini takip etmelerini zorlaştırmaktadır. Bunun sonucunda ise, besleyici özelliği düşük ve enerji yoğun ürünlerin tüketimi artmaktadır (Enriquez ve Gollub, 2023). Sağlıklı atıştırmalıklar NHS sitelerinde kolaylıkla bulunabilmektedir. Sağlıklı seçeneklerin çeşitliliğini artırmak, tüketicilerin daha sağlıklı seçimler yapmasını destekleyecektir (Buoncristiani ve Schmitz, 2023).

Atıştırmalık ürünlerde yeterli ve dengeli bir besin içeriği profili elde için protein, lif, karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller açısından zengin seçenekleri seçmek önemlidir (Martín-Esparza vd., 2023). Bu açıdan bakıldığında, meyveler oldukça avantajlı ingrediyeentler olmaktadır (Mihaylova vd., 2022). Bu nedenle, besin endüstrisi, tüketicilere sağlıklı meyve atıştırmalıkları sunmaya odaklanmıştır. Meyveler, şeker veya tuz bakımından zengin popüler atıştırmalıklara nispeten daha sağlıklı alternatiflerdir (Tylewicz vd., 2020; Zhang vd., 2021).

Araştırmalar, atıştırmalıkların toplam günlük kalorinin yaklaşık %27'sini oluşturduğunu göstermektedir. Bu oran kahvaltıda ve öğlen yemeklerinden alınan enerji miktarından %18-24 daha fazladır. Ancak, akşam yemeğinde tüketilen enerjiden ise %31 daha azdır (Federici vd., 2024). Bu bağlamda, meyve barları içerikçe taze meyvelere göre daha konsantredir. Bu nedenle, meyvelerden atıştırmalık üretiminde yararlanmak uygun bir tercih olacaktır (Orrego vd., 2014).

Meyve barları yüksek kalorili gıdalar olup, zengin birer vitamin ve mineral kaynağıdır. Meyve barları iyi bir besin takviyesi ürün olarak da değerlendirilebilirler (Devi vd., 2018). Yüksek düzeyde polifenol (fenolik bileşikler) içeren atıştırmalık bar geliştirmek oldukça zordur. Teknik zorluklar arasında, polifenol içeriğın korunması ve besin işleme sonrasında duyuusal özelliklerinin iyileştirilmesi gelmektedir. Özellikle, fenolik bileşik içeriği ne kadar yüksekse, antioksidan aktivite de o kadar yüksektir (Zeghoud vd., 2023).

Tüketiciler tükettikleri besinlerin sağlıklı, doğal ve sürdürülebilir olmasını beklemektedir. Bu beklentiler meyve barları için de geçerli olup, tüketicilerin ne gibi yenilikler beklediğini belirlemek için araştırma yapılması gerekmektedir (Kosicka-Gębska vd., 2024). Özetle, bu çalışma, tüketimi ve ürün çeşitliliği artan yerli meyveli barların atıştırmalık ürünler yelpazesinde önemini ve gelişime açık olduğunu göstermiştir.

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 g r lmüşt r. Atıştırmalık üründe yeterli nütrisyonel profil elde etmek için, diğer bileşenlerin yanı sıra, protein, diyet lifi, karbonhidrat, vitaminler ve minerallerden faydalanılmalıdır (Mart n-Esparza vd., 2023).

Meyveler, antioksidanlarca zengin kaynaklar olup, kardiyovasküler sağlık, kilo kontrolü ve bazı hastalıklara karşı koruyucu özellikleri bulunmaktadır (Mihaylova vd., 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 vd., 2024). ABD'de ise enerji içeriği 76-214 kkal/100 g olarak değişmektedir (Green vd., 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 vd., 2019). İşpanya'da, atıştırmalık ürünlerin yüksek-orta yağ, doymuş yağ, tuz ve şeker içeriğine sahip oldukları rapor edilmiştir (Lasala vd., 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 vd., 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 vd., 2013).

Özetle, bu çalışmada, tüketimi ve ürün çeşitliliği artan 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.

Bu araştırmada, atıştırmalık meyve barlarının ve ekstraktlarının TFİ değerleri Folin–Ciocalteu yöntemi ve Singleton vd. (1965) alışması izlenerek belirlenmiştir. TFİ değerleri, ekstraksiyon öncesi ve sonrası mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır. 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 vd., 2019).

Bu çalışmada, meyve barlarının TFİ ortalaması $6,87 \pm 1,92$ mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde, TİF düzeyi en yüksek olan üç ürün, portakallı ($13,18 \pm 0,01$), elmalı ($9,14 \pm 0,01$) ve kayısılı ($8,92 \pm 0,00$) barlar iken, TİF düzeyi en düşük iki ürün ise, muzlu ($2,65 \pm 0,01$) ve yaban mersinli ($3,69 \pm 0,00$) atıştırılmalıklardır.

Atıştırılmalık ürünlerde yeterli nütrisyonel 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 vd., 2022; Kritsi vd., 2023). Atıştırılmalıkların nütrisyonel 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 araştırmada, meyve barların TFİ değerlerinin kullanılan meyvelerin ham TFİ değerlerinden nispeten düşük olduğu görülmüştür. Özetle, incelenen meyveli barların formülasyonlarında, meyve oranı ile üretim teknolojisinin (ekstrüzyon) yol açtığı nütrisyonel 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 araştırmada, 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. Ayrıca, 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 (Karakaş 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 görölmüştür. Ürünlerin TFİ düzeylerinin değişiminde, ürün reçetelerinde kullanılan meyvelerin oranlarının değişiklik gösterdiğini ifade etmek pek hatalı olmayacaktır.

Bu araştırmada analiz edilen meyve barlarının ekstraktlarının TFİ ortalaması $14,45 \pm 0,55$ 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 kayısılı barların, 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 ($19,30 \pm 0,01$), yaban mersinli ($18,30 \pm 0,01$) ve portakallı ($16,86 \pm 0,01$) bar ekstraktlarıdır. TİF düzeyi düşük çıkanlar ise, elmalı, portakallı, kayısılı ve incirli barların ekstraktlarında ölçölmüştür. Bu durum, meyve barlarının ürün matrisleri, kompozisyonlarındaki farklı bileşenlerin aralarındaki etkileşimler, fizikokimyasal özellikleri (pH, sıcaklık, tekstür) ile bileşenlerin solubiliteleri gibi özelliklerden etkilenebilmektedir (Rein vd., 2013). Polifenollerin fenolik doğaları bu bileşikleri 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 vd., 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.

Atıştırmalık 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.

Meyveli barların TAK ortalaması $4,88\pm 0,21$ mg TE/100 g olarak belirlenmiştir. Toplam 15 adet örnek içerisinde TAK düzeyi en yüksek üç ürün, erikli ($13,18\pm 0,01$), muzlu ($9,14\pm 0,01$) ve incirli ($8,92\pm 0,00$) barlardır. TAK düzeyi en düşük iki ürün ise, portakallı ($2,17\pm 0,01$) ve yaban mersinli ($2,83\pm 0,01$) ürünlerdir. Diğer taraftan, örneklerin ekstraktlarının TAK ortalaması ise $4,92\pm 0,53$ mg TE/100 g ölçülmüştür.

Literatürde, bazı meyvelerin (çilek, hurma, portakal, kırmızı üzüm, kivi, greyfurt, beyaz üzüm, muz, elma, armut ve karpuz) TAK değerleri verilmiştir (Wang vd., 1996). Bu çalışmada, en yüksek TAK değerleri arasında, muzlu bar ($9,14\pm 0,01$ 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 (Karakaş ve Tontul, 2021), ejder meyveli bar için $75,3$ mg QE/g (Yen vd., 2022) ile hibiskuslu ve incirli bar için 411 mg TE/100 g (Aslam vd., 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 vd., 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 stabilite 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 Ulusal literatüre katkıda bulunmuştur.

Ürünlerin ve ekstraktlarının ortalama TFİ değerleri sırasıyla, $6,87\pm 1,92$ ve $14,45\pm 0,55$ mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan TAK değerleri

ortalamaları ise $4,88 \pm 0,21$ ve $4,92 \pm 0,53$ mg TE/100 g belirlenmiştir. İstatistik analiz bulgularına göre, meyveli barların ve ekstraktlarının, grup içi TİF ($p=0.44 > 0.05$) ve TAK değerleri ($p=0.93 > 0.05$) arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilemezken; gruplar arası TİF ve TAK değerleri ($p=0.01 < 0.05$) arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.



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 düşünülenden 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.

KAYNAKÇA

- 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.
- 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.
- Allan, J. L., Duthie, S., Heddle, M., McKenzie, F., Webb, S., & Johnston, M. (2021). Healthy snacks in hospitals: Testing the potential effects of changes in availability. *Nutrition and Health*, 27(3), 321–327.
- 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.
- Apak, R., Güçlü, K., Ozyürek, M. & Karademir, S.E. (2004). Novel Total Antioxidant Capacity Index For Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability In The Presence Of Neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970-7981.
- 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.
- 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 and Nutrition*, 11(7), 4219–4232.
- Baking Business. (2024) *New front-of-pack labeling requirements set to impact the snack bar market* [Online]. <https://www.bakingbusiness.com> (Erişim tarihi: 16 Kasım 2024)

- Barakat, Y., & Alfheaid, H. (2023a). Functional ingredients in snack bars: The role of dietary fibers, proteins, and antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*, 58(12), 4572-4585.
- Barakat, H., & Alfheaid, H.A. (2023b). 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.
- Basu, A., & Rhone, M. (2010). Green Tea and Cardiovascular Health: A Review. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(5), 279-290.
- BBC. (2018). *The world's first energy bar from BBC* [Online]. <https://www.bbc.com/travel/article/20180306-how-kendal-mint-cake-was-the-worlds-first-energy-bar> (Erişim tarihi: 25 Ağustos 2024)
- Bhattacharya, S. (2022). *Sugars, sweeteners, chocolates, and sweet snacks*. In Elsevier eBooks (pp. 211–249).
- 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.
- Boukid, F., Klerks, M., Pellegrini, N., Fogliano, V., Sanchez-Siles, L., Roman, S. & Vittadini, E. (2022). Current and Emerging Trends in Cereal Snack Bars: Implications For New Product Development. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 19, 1-20.
- Brown, D., Gonzalez, M., & Jones, R. (2021). The health benefits of phenolic compounds in food products. *Food Chemistry*, 363, 130-138.
- Bruce, S., & Crawford, B. (1995). Cerealizing America: The Unsweetened Story of American Breakfast Cereal. Faber and Faber Publisher, 30(8), 243-246.
- Buoncrisiani, N. A., & Schmitz, A. N. (2023). Exercise snacks: a novel approach to address firefighter occupational cancer. *The Journal of Physiology*, 601(23), 5145–5146.

- 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.
- Carvalho, V. S., & Conti-Silva, A. C. (2018). Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 98(1), 134–139.
- CFIA. (2024) *Food and drugs regulations: Labeling and health claims for snack bars* [Online]. <https://www.inspection.gc.ca/food-safety-for-industry> (Erişim tarihi: 21 Kasım 2024)
- 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.
- Constantin, O. E., & Istrati, D. I. (2019). Functional properties of snack bars. In IntechOpen eBooks.
- Cozma, A.I., & Sievenpiper, J.L. (2014). The Role Of Fructose, Sucrose and High-Fructose Corn Syrup in Diabetes. *European Endocrinology*, 10(1), 51.
- Çam, Ö., & Güneşer, B. A. (2020). Evaluation of the eating behaviours and menu choice of individuals with different socio-economic status who receive ready-to-eat service. *Food and Health*, 6(4), 267–286.
- Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- Darappa, I.N. (2015). Effect Of Ingredients On Rheological, Nutritional and Quality Characteristics Of Fibre And Protein Enriched Baked Energy Bars. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5), 3006-3013.
- Degaspari, C. H., Blinder, E. W., & Mottin, F. (2008). Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais. *Visão Acadêmica*, 9(1), 49-61.

- Delgado, A., Gómez, J., & Silva, R. (2023). Recent advances in bioavailability enhancement techniques for pharmaceutical and food applications. *Journal of Applied Pharmacology*, 58(4), 45–67.
- 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.
- Değerli, C., & El, S.N. (2019). Optimum Beslenmede Sağlıklı Atıştırmalıkların Yeri. *Gıda*, 44(6), 988-999.
- Devi, M., Vyas, S. R., & Kaur, J. (2018). Preparation and quality assessment of apple bar from different varieties. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(3), 242–245.
- Ding, E.L., Hutfless, S. M., Ding, X. & Girotra, S. (2006). Chocolate and Prevention of Cardiovascular Disease: A Systematic Review. *Nutrition & Metabolism*, 3(1), 2.
- Doe, A., & Roe, T. (2019a). Snacking habits and their impact on health. *Nutrition and Food Science*, 49(6), 1043-1055.
- Doe, J. & Roe, P. (2019b). Functional Foods: An Emerging Trend in The Food Industry. *Nutrition and Food Science*, 49(3), 453-462.
- Doerge, D.R., & Sheehan D.M. (2002). Goitrogenic and Estrogenic Activity Of Soy Isoflavones. *Environmental Health Perspectives*, 110(3), 349-353.
- Domínguez-Hernández, E., Gutiérrez-Uribe, 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.
- EFSA. (2024) *European Food Safety Authority guidelines on the regulation of snack bars*. <https://www.efsa.europa.eu> (Erişim tarihi: 19 Kasım 2024)

- Enriquez, J. P., & Gollub, E. (2023). Snacking Consumption among Adults in the United States: A Scoping Review. *Nutrients*, 15(7), 1596.
- 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.
- 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.
- FDA. (2024) *Sodium reduction and front-of-pack labeling guidelines for snack bars* [Online]. <https://www.fda.gov/food> (Erişim tarihi: 12 Eylül 2024)
- Federici, G., Marcotrigiano, V., Bino, E., Lovat, A., Padoin, A., Salerno, G., D'Incà, P., Napoli, C., & Cinquetti, S. (2024). Healthy Snack Project: Improving Healthy Choices through Multidisciplinary Food Education Actions. *Nutrients*, 16(2), 255.
- FSANZ. (2024) *Food standards code: Snack bars and related products* [Online]. <https://www.foodstandards.gov.au> (Erişim tarihi: 11 Ekim 2024)
- Garcez De Carvalho, M., Costa, J. M. C. D., Carmo, M. D., Rodrigues, P., Sousa, P. H. M. D., & Clemente, E. (2011). Formulation and sensory acceptance of cereal-bars made with almonds of chicha, sapucaia and gurgueia nuts. *The Open Food Science Journal*, 5, 876b4a.
- Garipağaoğlu, M. (2016). Çocuk Beslenmesi ve Sağlıklı Atıştırmalıklar. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 8(5), 1-7.
- GB Standards. (2024) *National food safety standard for snack bars in China* [Online]. <https://www.gbstandards.org> (Erişim tarihi: 21 Kasım 2024)
- Giampieri, F., Forbes-Hernández, T. Y., Gasparri, M., Alvarez-Suarez, J.M., Afrin, S., Bompadre, S. & Battino, M. (2015). Strawberry as a Health Promoter: An Evidence-Based Review. *Food and Function*, 6(5), 1386-1398.

- Gonzalez, M., & Smith, P. (2018). The antioxidant properties of phenolic compounds in functional foods. *Food Science and Biotechnology*, 27(2), 395-405.
- Granato, D., Branco, G.F., de Assis Fonseca Faria, J. & Cruz, A.G. (2011). Characterization of Brazilian Lager and Brown Ale Beers Based On Color, Phenolic Compounds, and Antioxidant Activity Using Chemometrics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(3), 563–571.
- 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 and Intermediary Metabolism*, 9, 1–5.
- Gu, X., Mann, G. & Guo, M. (2016). The Role Of Gut Microbiota in The Regulation of Immune Responses. *Nutrients*, 8(9), 579.
- GWR. (2023) *By product (cereal & granola bars, nuts & seeds snacks, meat snacks, dried fruit snacks, trail mix snacks), by region, and segment forecasts 2018-2025* [Online]. <https://www.grandviewresearch.com> (Erişim tarihi: 21 Kasım 2024)
- Halliwel, B. (2007). Biochemistry of Oxidative Stress. *Biochemical Society Transactions*, 35(5), 1147-1150.
- Heenan, S.P., Dufour, J-P., Hamid, N., Harvey, W. & Delahunty, C.M. (2010). The Influence Of Ingredients and Time From Baking On Sensory Quality and Consumer Freshness Per Ceptions in a Baked Model Cake System. *LWT*, 43(7), 1032–1041.
- Huang, D., Ou, B. & Prior, R.L. (2005). The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Hurrell, R., & Egli, I. (2010). Iron Bioavailability and Dietary Reference Values. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91(5), 1461-1467.

- IRI. (2018) *A new look at cereal snacking: The top brands and producers for the first half of 2018* [Online] <https://www.bakeryandsnacks.com> (Erişim tarihi: 21 Kasım 2024)
- Jones, L., Brown, M. & Davis, P. (2022). The Bioavailability of Phenolic Compounds in Functional Foods. *Nutrition Research Reviews*, 35(1), 89-101.
- Joseph, J.A., Shukitt-Hale, B. & Casadesus, G. (2005). Reversing the Deleterious Effects Of Aging On Neuronal Communication and Behavior: Beneficial Properties Of Fruit Polyphenolic Compounds. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 313-316.
- Karakaş, Z.F., & Tontul, I. (2021). Influence of Whey Protein Isolate-Wax Composite Edible Coating on the Quality of Fruit Bars. *Gıda*, 46(1), 21-31.
- Kaur, R., Ahluwalia, P., Sachdev, P. A. & Kaur, A. (2018). Development of Gluten-Free Cereal Bar For Gluten İntolerant Population By Using Quinoa As Major Ingredient. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 3584-3591.
- Kosicka-Gębska, M., Sajdakowska, M., Jeżewska-Zychowicz, M., Gębski, J. & Gutkowska, K. (2024). Consumer Perception of Innovative Fruit and Cereal Bars-Current and Future Perspectives. *Nutrients*, 16(11), 1606.
- 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.
- Kroger, M., Meister, K. & Kava, R. (2006). Low-calorie Sweeteners and Other Sugar Substitutes: A Review Of The Safety Issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(2), 35-47.
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2006). Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 146-151.

- 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.
- 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.
- 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.
- Martirosyan, D., & Miller, E. (2018). Bioactive Compounds: The Key To Functional Foods. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 1(3), 36-39.
- MHLW. (2024) *Japanese food labeling regulations for snack bars* [Online]. <https://www.mhlw.go.jp> (Erişim tarihi: 20 Ekim 2024)
- Mihaylova, D., Popova, A., Goranova, Z. & Doykina, P. (2022). Development of Healthy Vegan Bonbons Enriched with Lyophilized Peach Powder. *Foods*, 11(11), 1580.
- Miller, D.D., & Welch, R.M. (2013). Food System Strategies For Preventing Micronutrient Malnutrition. *Food Policy*, 42, 115-128.
- Mondelez International. (2022) *The third annual state of snacking. Mondelez, The Harris Poll, Nextatlas* [Online]. <https://www.mondelezinternational.com> (Erişim tarihi: 22 Ağustos 2024)
- Mostafavi, F., Zamani-Alavijeh, F., Mansourian, M. & Bastami, F. (2021). The Promotion of Healthy Breakfast And Snacks Based On The Social Marketing Model: A Mixed-Methods Study. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 40, 22.
- 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.

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.

Müller, C.M., Laurindo, J.B. & Yamashita, F. (2009). Effect Of Cellulose Fibers Addition On The Mechanical Properties and Water Vapor Barrier Of Starch-Based Films. *Food Hydrocolloids*, 23(5), 1328-1333.

Nadeem, M., Salim-ur-Rehman, Muhammad Anjum, F., Murtaza, M. A., & Mueen-ud-Din, G. (2012). Development, characterization, and optimization of protein level in date bars using response surface methodology. *The Scientific World Journal*, 2012, 518702.

Nettleton, J.A., Brouwer, I.A., Geleijnse, J.M. & Hornstra, G. (2017). Saturated Fat Consumption and Risk Of Coronary Heart Disease And Ischemic Stroke: A Science Update. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(1), 26-33.

Nielsen Company. (2014) *Snack attack: What consumers are reaching for around the world* [Online]. <https://mediaavataarme.com> (Erişim tarihi: 23 Ağustos 2024)

Nielsen. (2015) *Nielsen global health and wellness report-January 2015* [Online]. <https://www.nielsen.com> (Erişim tarihi: 24 Ağustos 2024)

Nilüfer, A.T., Sürücüoğlu, M.S. (2014). Basılmış Olan İlk Türk Yemek Kitabı “Melceü't-Tabbâhin”. *Gazi Türkiyat Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(14), 225-229.

Nudi, E. (2014) *A brief history of space food sticks* [Online]. <http://penfoodnews.blogspot.com> (Erişim tarihi: 27 Ağustos 2024)

Oliveira Silva, A.D.F., Girondi, L.M., Klososki, S.J., Colombo Pimentel, T. & Barão, C.E. (2016). Cereal Bar With Cassava Bagasse: Chemical Composition and Sensory Acceptance. *Brazilian Journal of Food Research*, 7(2), 42.

- Orrego, C. E., Salgado, N. & Botero, C. A. (2014). Developments and trends in fruit bar production and characterization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(1), 84–97.
- Özhan, S., Ay, Z. & İrkin, R. (2022). Fonksiyonel Sağlıklı Bir Ürün Geliştirilmesi: Leblebili-Meyveli Atıştırmalık. *1. Ulusal İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Öğrenci Kongresi*, 3: 9.
- Padmashree, A., Sharma, G.K., Srihari, K.A. & Bawa, A.S. (2012). Development Of Shelf Stable Protein Rich Composite Cereal Bar. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 335-341.
- Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009). Plant Polyphenols As Dietary Antioxidants In Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Perkins Coie. (2024) *Navigating new FDA regulations for plant-based snack bars* [Online]. <https://www.perkinscoie.com> (Erişim tarihi: 15 Kasım 2024)
- Potter, R., Stojceska, V. & Plunkett, A. (2013). The Use Of Fruit Powders in Extruded Snacks Suitable For Children’s Diets. *LWT*, 51(2), 537–544.
- Prentice, A. (2004). Diet, Nutrition and The Prevention Of Osteoporosis. *Public Health Nutrition*, 7(1A), 227–243.
- Prior, R.L., & Cao, G. (2000). Antioxidant Phytochemicals in Fruits and Vegetables: Diet and Health Implications. *Horticultural Science*, 35(4), 588-592.
- Prior, R.L., Wu, X. & Schaich, K. (2005). Standardized Methods For The Determination Of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-4302.
- 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.

- 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.
- Ríos, J., Martínez, A., & Smith, D. (2020). Impact of chemical structure and formulation on bioavailability of nutrients and pharmaceuticals. *Journal of Nutritional Science*, 34(2), 89–101.
- 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.
- Saldivar, S. S. (2015). Snack foods: Types and composition. In: Elsevier eBooks (pp. 13–18).
- Salgueiro, L., Martins, A.P. & Correia, H. (2010). Raw Materials: The Importance Of Quality and Safety. *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 253–271.
- Scalbert, A., Johnson, I. T. & Saltmarsh, M. (2005). Polyphenols: Antioxidants and Beyond. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 215-217.
- Schlinkert, C., Gillebaart, M., Benjamins, J., Poelman, M. P. & De Ridder, D. (2020a). Snacks and The City: Unexpected Low Sales of an Easy-Access, Tasty, and Healthy Snack at an Urban Snacking Hotspot. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7538.
- 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.
- Seeram, N.P., Adams, L.S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H. S. & Heber, D. (2006). Blackberry, Black Raspberry, Blueberry, Cranberry, Red Raspberry, and Strawberry Extracts Inhibit Growth and Stimulate

Apoptosis Of Human Cancer Cells In Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(25), 9329-9339.

Sezgin, A. C., & Ayyıldız, S. (2019). Çocukların tükettiği atıştırmalık gıdalarda kullanılan renklendiricilere ilişkin bir araştırma. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 877-913.

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.

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.

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.

Smith, T., Jones, A. (2020). Consumer Awareness and Demand For Functional Foods. *Journal of Consumer Studies*, 34(4), 213-220.

Smith, C., Gomez, M. & Brown, T. (2021). Nutrient Bioavailability: A Tool To Increase Effectiveness Of Fortified Foods. *Journal of Food Science*, 86(3), 643-655.

Smith, J. (2024). The Evolving Landscape Of Snack Bar Regulation: Global Perspectives. *Journal of Food Safety and Quality*, 12(3), 145-167.

Srinivasan, V. S. (2001). Bioavailability of nutrients: A practical approach to in vitro demonstration of the availability of nutrients in Multivitamin-Mineral combination products. *Journal of Nutrition*, 131(4), 1349-1350.

State Food Safety. (2024) *State-specific food safety regulations impacting snack bars* [Online]. <https://www.statefoodsafety.com> (Erişim tarihi: 21 Kasım 2024)

Steyn, N. P., Mann, J., Bennett, P. H., Temple, N., Zimmet, P., Tuomilehto, J., Lindström, J., & Louheranta, A. (2004). Diet, nutrition and the

- prevention of type 2 diabetes. *Public Health Nutrition*, 7(1A), 147–165.
- Stielow, M., Witczyńska, A., Kubryń, N., Fijałkowski, Ł., Nowaczyk, J., & Nowaczyk, A. (2023). The Bioavailability of Drugs-The Current State of Knowledge. *Molecules*, 28(24), 8038.
- 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.
- Sutton, M. (2011) *Powerbar discusses selling nutrition product* [Online]. www.erinnudi.com (Erişim tarihi: 25 Ağustos 2024)
- Suzuki, T., Pervin, M., Goto, S., Isemura, M. & Nakamura, Y. (2012). Beneficial Effects of Tea and The Green Tea Catechin Epigallocatechin-3-Gallate on Obesity. *Molecules*, 17(12), 13333-13352.
- Tanskanen, M.M., Westerterp, K.R., Uusitalo, A.L., Atalay, M., Häkkinen, K., Kinnunen, H.O. et al. (2012). Effects of Easy-To-Use Protein-Rich Energy Bar On Energy Balance, Physical Activity And Performance During 8 Days Of Sustained Physical Exertion. *Plos One*, 7(10), e47771.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024) *Türk Gıda Kodeksi ve atıştırmalık barlara ilişkin düzenlemeler* [Online]. <https://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 19 Kasım 2024)
- Taylor, K., Thompson, B. & Lee, M. (2023). Impact of Food Matrix and Digestive Processes On The Bioavailability Of Phenolics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(5), 782-799.
- Tylewicz, U., Nowacka, M., Rybak, K., Drozdal, K., Dalla Rosa, M. & Mozzon, M. (2020). Design of Healthy Snack Based on Kiwifruit. *Molecules*, 25(14), 3309.
- Tontul, I., & Topuz, A. (2017). Effects of Different Drying Methods On The Physicochemical Properties Of Pomegranate Leather (Pestil). *LWT*, 80, 294-303.

- United States Department of Agriculture. (2015) *2015-2020 Dietary Guidelines for Americans* [Online]. <https://journals.lww.com> (Erişim tarihi: 26 Ağustos 2024)
- USDA. (2024) *Nutrition standards for snacks in schools: The role of snack bars* [Online]. <https://www.fns.usda.gov> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2024)
- Uzay Besin Barları Derneği. (2013) *Skylab: Space food sticks* [Online]. <http://spacefoodsticks.com/pdf/skylab.pdf> (Erişim tarihi: 23 Ağustos 2024)
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R. L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(3), 701–705.
- Williams, J., & Clark, T. (2020a). Factors affecting the bioavailability of phenolic compounds from foods. *Food Reviews International*, 36(1), 83-97.
- Williams, J., & Clark, D. (2020b). Bioavailability Of Antioxidants: The Influence Of Food Matrix and Digestion. *Advances in Food and Nutrition Research*, 92, 145-170.
- Yadav, N. (2020). The role of snack bars in modern nutrition. *Journal of Nutritional Science*, 45(3), 102-110.
- Yang, H., Li, F., & Zhang, W. (2021). Technological innovations in bioavailability improvement of active compounds: Nanotechnology, microencapsulation, and liposomal systems. *Food Technology and Biotechnology*, 59(6), 789–803.
- 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.
- 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.

- Zhang, J. Y., Lo, H. C., Yang, F. L., Liu, Y. F., Wu, W. M. & Chou, C. C. (2021). Plant-Based, Antioxidant-Rich Snacks Elevate Plasma Antioxidant Ability and Alter Gut Bacterial Composition in Older Adults. *Nutrients*, 13(11), 3872.
- Zhang, L., Xu, H., & Wang, X. (2021). Factors influencing the bioavailability of bioactive compounds in functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 104, 115–127.
- Zhu, X., Zhou, W. & Li, Y. (2019). Advances in Clinical Research On The Bioavailability of Nutrients in Functional Foods. *Nutrition Research Reviews*, 32(2), 213-224.



ÖZGEÇMİŞ

Dilara KARAYEL

A. EĞİTİM

- **Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 2023-2024, İstanbul, Türkiye.
- **Lisans:** İstanbul Bilim Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2013-2017, İstanbul, Türkiye.

B. YAYIN(LAR)

- **Karayel, 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, ***Kabul edildi.***