

**YER FISTIĞI, KESTANE VE FINDIK KABUĞU
EKSTRAKTLARININ ERİŞTENİN FENOLİK
MADDE AÇISINDAN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ
AMACIYLA KULLANIMI**

MERVE GEÇER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YER FISTIĞI, KESTANE VE FINDIK KABUĞU EKSTRAKTLARININ
ERİŞTENİN FENOLİK MADDE AÇISINDAN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ
AMACIYLA KULLANIMI**

Merve GEÇER
ORCID NO: 0000-0003-4128-8509

Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL
ORCID NO: 0000-0002-5682-0177
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Merve GEÇER tarafından hazırlanan “YER FISTIĞI, KESTANE VE FINDIK KABUĞU EKSTRAKTLARININ ERİŞTENİN FENOLİK MADDE AÇISINDAN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ AMACIYLA KULLANIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL

Başkan	:	Doç. Dr. Ferda SARI 0000-0002-2249-3489 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim	İmza
Üye	:	Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL 0000-0002-5682-0177 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye	:	Doç. Dr. Bige İNCEDAYI 0000-0001-6128-7453 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

../../....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26/05/2022

Merve GEÇER

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Nihal TÜRKMEN EROL
26/05/2022

Merve GEÇER
26/05/2022

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YER FISTIĞI, KESTANE VE FINDIK KABUĞU EKSTRAKTLARININ ERİŞTENİN FENOLİK MADDE AÇISINDAN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ AMACIYLA KULLANIMI

Merve GEÇER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL

Bu çalışmada, yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğundan su ile elde edilen ekstraktlarının, toplam polifenol (TP) ve toplam flavonoid (TF) içeriği, antioksidan kapasitesi (AK), bireysel fenolik bileşikler ve polifenollerinin *in-vitro* biyoerişilebilirliği (mide ve bağırsak aşaması olarak) açısından incelenmiştir ve en uygun kabuğun yaygın olarak tüketilen ürünlerden biri olan erişteye fonksiyonellik kazandırmak amacıyla, erişte üretimindeki potansiyel kullanımı araştırılmıştır. Sonuçlar, en fazla TP miktarının (172,67 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde (KM)) ve en fazla AK'nin (174319,64 mmol askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100g KM)kestane kabuğunda bulunduğunu göstermiştir. Kestane ve yer fıstığı kabukları fındık kabuğundan daha fazla TF (sırasıyla, 124,63 ve 123,11 mg rutin eşdeğeri (RE) /g KM) içermiş olup, sonuçlar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Fenolik bileşiklerden gallik asit ve ellajik asit, sadece kestane ve fındık kabuklarında tespit edilmiştir. Her üç kabuk için de *in-vitro* sindirim sonrasında, TP biyoerişilebilirliği azalmış olup, en fazla biyoerişilebilirlik gastrik aşama sonunda gözlenmiştir. Kabuk ekstraktlarının AK'de, en fazla intestinal aşama da olmak üzere, azalma göstermiştir. Erişte hamuruna, en fazla fenolik bileşik ve AK'ye sahip kestane kabuk ekstraktının ilave edilmesi (%1), son ürünün TP, TF ve AK'sini, kabuk ekstraktı içermeyen erişteye (kontrol) göre artırmıştır. Kabuk ekstraktında olduğu gibi, erişte örneğinden elde edilen polifenollerin stabilitesinin, mide aşamasında bağırsağa göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, kabuk ekstraktının erişte formülasyonunda kullanılması, erişte polifenollerinin biyoerişilebilirliğini artırmıştır. Kabuk ekstraktı ilavesi, pişmemiş eriştenin kırmızılığını (*a*) artırırken parlaklığını (*L*) azaltmıştır ancak sarılığını (*b*) etkilememiştir. Pişmiş eriştede ise pişmemiş erişteden farklı olarak (*b*) değeri azalmıştır. Pişirme işlemi sonucunda, kontrol ve zenginleştirilmiş eriştelerin ağırlık artışı sırasıyla, %166,34 ve %332,34 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak yer fıstığı, fındık ve özellikle kestane kabuğunun, gıdaların zenginleştirilmesi amacıyla iyi bir polifenol kaynağı olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fıstık kabuğu, kestane kabuğu, fındık kabuğu, biyoaktif bileşik, erişte, biyoerişilebilirlik

2022, ix + 62 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE USE OF EXTRACTS FROM PEANUT, CHESTNUT AND HAZELNUT SHELLS FOR ENHANCEMENT OF PHENOLIC SUBSTANCES OF NOODLES

Merve GEÇER

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL

In this study, peanut, chestnut and hazelnut shell extracts were investigated in terms of total polyphenol (TP) and total flavonoid (TF) content, antioxidant capacity (AK), individual phenolic compounds and *in vitro* bioaccessibility of their polyphenols (as stomach and intestinal stage). In this study, the potential use of suitable shell in noodle production was investigated in order to add functionality to noodle, which is one of the commonly consumed products. The results showed that the highest amount of TP (172,67mg gallic acid equivalent (GAE)/g dry matter (DM)) and AK (174319,64 mmol ascorbic acid equivalent (AAE)/100g DM) were found in chestnut bark. Chestnut and peanut shells contained more TF (124,63 and 123,11 mg routine equivalents (RE)/g KM, respectively) than hazelnut shells, with no significant difference between results ($p > 0,05$). Among the phenolic compounds, gallic acid and ellagic acid were detected only in chestnut and hazelnut shells. After *in-vitro* digestion for all three shells, TP bioaccessibility decreased, with the greatest bioaccessibility observed at the end of the gastric stage. The bark extracts showed a decrease in AK, mostly in the intestinal phase. The addition of chestnut shell extract with the highest phenolic compounds and AK (1%) to the noodle dough increased the TP, TF and AK of the final product compared to the noodles without shell extract (control). As with the shell extract, it was observed that the stability of polyphenols obtained from the noodle sample was higher in the stomach stage than in the intestine. In addition, the use of shell extract in noodle formulation increased the bioaccessibility of noodle polyphenols. The addition of shell extract decreased the uncooked noodle's lightness (*L*) while increasing its redness (*a*) but did not affect its yellowness (*b*). Unlike uncooked noodle, (*b*) value of noodle cooked decreased. As a result of the cooking process, weight gains for control and enriched noodles were determined as 166,34% and 332,34%, respectively. As a result, it has been seen that peanut, hazelnut and especially chestnut shell can be used as a good source of polyphenols for food enrichment.

Keywords: Peanut shell, chestnut shell, hazelnut shell, bioactive compound, noodle, bioaccessibility

2022, ix + 62 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, araştırmamın planlanması, yürütülmesi ve yazımında yardımlarını esirgemeyen, değerli danışman hocam Doç. Dr. Nihal TÜRKMEN EROL'a, laboratuvar çalışmalarımnda deneyimini paylaşan ve yardımını esirgemeyen arkadaşım Hind CHEBBİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan babam Cihan DEMİRAY'a, annem Sefagül DEMİRAY'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında her konuda destek olan annem Ayşe ARDA'ya, tezi yazmamda beni motive eden ve her zaman en büyük destekçim olan sevgili eşim Kerem GEÇER'e teşekkürlerimi sunarım.

Merve GEÇER
26/05/2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1.Fındık	4
2.1.1. Fındık meyvesi.....	4
2.1.2. Fındık kabuğu	5
2.2.Yer Fıstığı	7
2.2.1.Yer fıstığı meyvesi	7
2.2.2.Yer fıstığı kabuğu.....	8
2.3. Kestane	9
2.3.1. Kestane meyvesi.....	9
2.3.2. Kestane kabuğu	10
2.4. Yer fıstığı, Kestane ve Fındık Kabuklarının Gıdalarda Kullanımı	13
2.5. Erişte Üretimi ve Zenginleştirilmesi	14
2.5.1. Erişte Üretimi	15
2.5.2. Eriştenin Zenginleştirilmesi	16
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Araştırma materyali.....	20
3.1.2. Ekipman, kimyasal madde ve diğer malzemeler.....	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Polifenol ekstraksiyonu	21
3.2.2. Erişte üretimi	21
3.2.3. <i>Folin</i> -Ciocalteureaktifi ile TP tayini	23
3.2.4. TF tayini	24
3.2.5. DPPH ile AK tayini.....	24
3.2.6. Kabuk ekstraktlarının fenolik bileşiklerinin HPLC ile belirlenmesi.....	25
3.2.7. <i>In-vitro</i> gastrointestinal sindirim (Biyoyerişilebilirlik) tayini	26
3.2.8. Renk analizi.....	28
3.2.9. Pişirme testi.....	29
3.2.10. İstatistiksel analiz	29
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
4.1.Yer Fıstığı, Kestane ve Fındık Kabuğunun Bileşimi ve Polifenollerinin Biyoyerişilebilirliği	30
4.1.1. Kabukların TP, TF ve AK içerikleri	30
4.1.2. HPLC ile kabuk ekstraktlarının fenolik bileşiklerinin belirlenmesi	32
4.1.3. <i>In-vitro</i> sindirimin yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun TP, AK ve TP biyoyerişilebilirliği üzerine etkisi	33
4.2. Kestane Kabuğu Ekstraktı İlavesinin Eriştenin TP, TF ve AK Üzerine Etkisi.....	35
4.3. <i>In-vitro</i> Sindirimin Pişmemiş Erişterin TP, AK ve TP Biyoyerişilebilirliği Üzerine Etkisi	38

4.4. Kestane Kabuğu Ekstraktı İlavesinin Eriştenin Rengi Üzerine Etkisi	41
4.5. Eriştelerin Pişirme Testi Sonuçları.....	44
5. SONUÇ	46
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
w/w	Ağırlık/ağırlık
w/v	Ağırlık/hacim
°C	Celcius
dk	Dakika
U/ml	Enzim aktivitesi
g	Gram
v/v	Hacim/hacim
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
µM	Mikromol
mbar	Milibar
mg	Miligram
mm	Milimetre
mmHg	Milimetreciva
mL	Mililitre
mM	Milimol
M	Molar
nm	Nanometre
USP U/mg	Pankreatin aktivitesi
ppm	Parts per million
cm	Santimetre
%	Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
AlCl ₃	Alüminyum klorür
AK	Antioksidan kapasite
AAE	Askorbik asit eşdeğeri
BHA	Bütillendirilmiş hidroksianisol
BHT	Bütillendirilmiş hidroksitoluen
CIE	Commission Internationale de L'Eclairage
DPPH	2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl
FAO	Food and Agriculture Organization
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HCl	Hidroklorik asit
ISO	International Organization for Standardization
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
KA	Kuru ağırlık
KM	Kuru madde
R ²	Regresyon katsayısı

RE	Rutin eşdeğeri
NaOH	Sodyum hidroksit
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
NaCl	Sodyum klorür
NaNO ₂	Sodyum nitrit
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Müdürlüğü
TF	Toplam flavonoid
TP	Toplam polifenol
TE	Troloks eşdeğeri
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UV	Ultraviolet
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ZMO	Ziraat Mühendisleri Odası

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Fındık meyvesi, dış kabuğu ve iç kabuğu.....	5
Şekil 2.2. Yer fıstığı iç ve dış kabuğu	8
Şekil 2.3. Kestane iç kabuğu ve dış kabuğu.....	11
Şekil 2.4. Kestane kabuğunda tanımlanan fenolik bileşikler	12
Şekil 3.1. Dondurarak kurutulmuş kestane kabuğu ekstraktı.....	22
Şekil 3.2. Erişte üretim akış diyagramı	23
Şekil 3.3. Kontrol (A) ve kestane kabuğu ekstraktı ilaveli (B) erişte örnekleri.....	23
Şekil 3.4. Gallik asit spektrumu	26
Şekil 3.5. Ellajik asit spektrumu	26
Şekil 3.6. Erişte örneklerinde renk ölçümü.....	28
Şekil 4.1. Kestane, yer fıstığı ve fındık kabuklarının TP (A), AK (B) ve TF (C) grafikleri.....	31
Şekil 4.2. Kestane kabuğu ekstraktına ait kromatogram.....	33
Şekil 4.3. Kontrol erişte ve zenginleştirilmiş erişte için TP (A) ve TF (B) miktarları ile AK (C) grafikleri	36
Şekil 4.4. Kontrol ve zenginleştirilmiş erişteler için TP biyoerişilebilirliği (A) ve AK'nin (B), karşılaştırılması	40
Şekil 4.5. Kontrol erişte ve zenginleştirilmiş eriştelerin renk kıyaslaması	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Erişte formülasyonu	22
Çizelge 3.2. Fenolik bileşiklerin analizi için HPLC çalışma koşulları ve elusyon programı.....	25
Çizelge 3.3. Sindirim sıvılarının hazırlanması.....	28
Çizelge 4.1. Kestane, yer fıstığı ve fındık kabuklarının TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/ 100g KM) ve TF (mg RE/g KM) değerleri	31
Çizelge 4.2. Kestane ve fındık kabuklarının fenolik bileşikleri (mg /g KM)	33
Çizelge 4.3. Yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/ 100g KM) ve TP biyoerişilebilirliği (%).....	35
Çizelge 4.4. Eriştelerin TP (mg GAE/g KM), TF (mg RE/g KM) ve AK (mmol AAE/ 100g KM) içerikleri	36
Çizelge 4.5. <i>In-vitro</i> sindirim sonrası eriştelerin TP (mg GAE/g KM), TP biyoerişilebilirliği (%) ve AK (mmol AAE/ 100g KM)	39
Çizelge 4.6. Eriştelerin <i>L</i> , <i>a</i> ve <i>b</i> değerleri.....	41
Çizelge 4.7. Eriştelerin pişirme sonrası ağırlık değişimleri	44

1. GİRİŞ

Meyve ve sebze gibi bitkisel materyaller, antioksidan aktivite gibi farklı biyoaktif özelliklere sahip fitokimyasalları içermektedirler. Bunlardan tokoferoller, askorbik asit, flavonoidler ve fenolik asitler en önemli doğal antioksidan gruplarıdır (Heinonen, 2002). Yapılan çalışmalar meyve ve sebzeler işlenirken oluşan atıkların da aynı şekilde yüksek antioksidan aktiviteye sahip bileşikler içerdiğini göstermektedir. Bu bitkisel atıkların ekstraksiyonu sonucu elde edilen antioksidan bileşikler, gıda endüstrisinde doğal antioksidanlar olarak kullanılabilir. Aynı zamanda bu bileşikler, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle de önemlidirler. Bu nedenle yapay antioksidanların kullanımı giderek azalmakta iken doğal kaynaklı antioksidanlara ilgi son yıllarda artış göstermekte ve bunların bitkisel materyallerden elde edilmesi önem kazanmaktadır.

Oksidasyon, gıda ürünlerinde lezzet, tekstür ve renkte bozulmalara neden olmasının yanı sıra sağlığa zararlı bileşikler açığa çıkmasına da yol açtığından, istenmeyen bir reaksiyondur. Gıda endüstrisinde oksidasyondan kaynaklanan olumsuzlukları önlemek için yapay antioksidanlar, gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda, immün sistemi baskılaması, hassasiyet ve alerjik reaksiyonlara neden olması gibi yan etkilerinden dolayı bu yapay antioksidanların kullanımı, giderek azalmaktadır.

Bitkilerde bulunan biyoaktif bileşiklerden fenolik maddeler, en önemli antioksidanlar olarak düşünülmektedir (Chen vd., 2015). Bunlar, bitkilerde enfeksiyon ve yaralanmaya karşı bir savunma mekanizması sağlayan ve ayrıca bitkinin büyümesi ve gelişimi için önemli olan maddelerdir (Karakaya vd., 2001). Bitkiler için faydalı birçok etkisi olan bu bileşiklerin günlük diyetle alınması, kanserin önlenmesi de dahil olmak üzere insan sağlığı için çok çeşitli yararlar sağlamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda polifenoller sağlık üzerine olan önemli etkilerinden dolayı büyük ilgi görmektedir.

Polifenollerce zengin bitkisel materyallerden bazıları da yer fıstığı, kestane ve fındık gibi meyvelerin, atık olarak değerlendirilen kabuk kısımlarıdır. Dünyada her yıl ortalama 1,6 milyar ton gıda atığı ortaya çıkmaktadır (Hegnsholt, 2018). Bu atıkların çoğu doğrudan tabiata bırakılmaktadır veya hiçbir işlem yapılmaksızın yakıt, hayvan

yemi ya da gübre olarak kullanılmaktadır. Çevresel faktörler ve ekonomik nedenlerle son yıllarda bu atıkların değerlendirilmesi yönündeki çalışmalar giderek artmakta; enerji ve hammaddenin korunması açısından yeni uygulamalara gereksinim duyulmaktadır. Bu atıkların değerlendirilmesi hem onların çevresel etkisini azaltmakta hem de ekonomik fayda sağlamaktadır (Fernandez-Agullo vd., 2014; Yasudaa vd., 2014; Sanz-Puig vd., 2017).

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, kestane kabuğunun, özellikle de iç zarının, biyoaktif bileşikler olan fenolik bileşikler fazla miktarda içerdiğini ortaya koymuştur (Vazquez vd., 2010; Obiang-Obounou & Ryu, 2013; Ham vd., 2015; N. K. Lee vd., 2016; Youn vd., 2016). Bu nedenle, kestane kabuğu ekstraktının antimikrobiyal (Fernández-Agulló vd., 2014; N. K. Lee vd., 2016; Zhan vd., 2014), antioksidan (Ham vd., 2015; Tsujita vd., 2011) ve antikanser (Jung vd., 2016) gibi önemli sağlık etkilerinin olduğu belirtilmektedir. Benzer şekilde, yer fıstığı ve fındık zarı da biyoaktif bileşiklerden olan polifenoller fazla miktarda içermektedir (Larrauri vd., 2016; Odabaş & Koca, 2016; Stevigny vd., 2007).

Polifenollerce zengin bitkisel atıkların doğal fitokimyasal kaynağı olarak makarna ve benzeri ürünler dahil çeşitli gıdalarda kullanımı günümüzde artış göstermektedir (Lalegani vd., 2018; Kazemi vd., 2017). Amado vd. (2014), patates kabuğu atığından elde edilen ekstraktın, antioksidan aktivitesi nedeniyle soya yağında oksidasyonu önlediğini tespit etmiştir. Rashidinejad vd. (2016), yeşil çay kateşinlerinin tam yağlı süte eklenmesiyle elde edilen peynirlerde hem toplam fenolik madde miktarının hem de toplam antioksidan kapasitenin arttığını belirtmiştir. Makarna ve erişte benzeri ürünler binlerce yıldır var olup insan beslenmesinde ve kültüründe önemli role sahiptir. Bunlardan geleneksel erişte esas olarak beyaz un, yumurta ve sudan yapılmaktadır. Beyaz unun üretimi gereği, buğdayın değirmende öğütülmesi sırasında önemli besin elementleri uzaklaştırıldığı için, eriştenin bileşiminde karbonhidratlardan ağırlıklı olarak nişasta bulunmaktadır. Bu durum, eriştenin besleyici değerini oldukça azaltmaktadır. Bundan dolayı, geleneksel eriştenin kalitesini ve fonksiyonelliğini artırmak için çeşitli katkılar geliştirilmektedir. Yapılan literatür araştırması sonucu, yer fıstığı, kestane veya fındık kabuğu ekstraktının erişteye fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla kullanımına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Fenolik bileşikler, kuvvetli antioksidan aktiviteye sahip olmasına rağmen, biyoaktiviteleri biyoerişilebilirlik derecelerine bağlıdır (Wang vd., 2017). Bileşiklerin, sindirim sırasında gıdadan serbest bırakılması ve çözünür hale geçmesi biyoerişilebilirlik olarak adlandırılır ve bu bileşiklerin intestinal absorpsiyonu için biyoerişilebilirlik oranının yüksek olması gereklidir. İnsan ya da hayvan vücudundaki bir fenolik bileşiğin gerçek biyoyararlılığını değerlendirmek zor ve maliyetlidir. Bunun yerine, *in-vitro* gastrointestinal sindirim yöntemi, gıda maddesinden bir fenolik bileşiğin serbest bırakılması ve sindirim sistemi koşullarındaki stabilitesi hakkında bilgi edinmek için kullanılan daha basit ve hızlı bir yöntemdir. Nar kabuğu unu (Gullon vd., 2015), kakao tozu (Gültekin-Özgüven vd., 2016), elma (Bouayed vd., 2011) ve mürver meyvesi (J. Pinto vd., 2017) gibi farklı materyallerle daha önce yapılan bazı çalışmalarda, fenolik bileşiklerin *in-vitro* gastrointestinal sindirim yöntemine göre biyoerişilebilirliği tespit edilmiş olup, yer fıstığı, kestane veya fındık kabuğu polifenollerinin biyoerişilebilirliği üzerine yok denecek kadar az çalışmaya rastlanmıştır.

Bu çalışmada yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğundan, polifenoller su ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstraktlar toplam polifenol (TP) içeriği, fenolik profili, antioksidan kapasitesi (AK), toplam flavonoid (TF) içeriği ve polifenollerin biyoerişilebilirliği açısından incelenmiştir. En fazla polifenol içeriğine sahip olduğu tespit edilen kestane kabuğu ekstraktı, liyofilize edilerek kurutulduktan sonra erişteye ilave edilmiş ve erişte TP, AK, TF, polifenollerin biyoerişilebilirliği, renk ve pişirme testleri açısından değerlendirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Fındık

2.1.1. Fındık meyvesi

Fındık (*Corylus avellana* L.), huşgiller (*Betulaceae*) familyasının ögesi olan ağaçta yetişen kabuklu bir meyvedir. Dünya fındık üretimi yılda ortalama yaklaşık bir milyon tondur ve kabuklu yemişler arasında bademden sonra en çok fındık üretimi yapılmaktadır (Shahidi vd., 2007). Türkiye, dünya fındık üretiminde ve ihracatta liderdir, 2020 yılında 665 bin ton fındık üretilmiştir (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü [TEPGE], 2021). Üretilen fındığın yalnızca %10 gibi küçük bir miktarı ham haliyle kabuklu yemiş olarak tüketilmektedir (Fallico vd., 2003). Aroma ve tekstür özelliklerine yaptığı olumlu katkıdan dolayı kavrulduktan sonra çikolata, şekerleme, bisküvi, pastacılık ve süt ürünleri endüstrilerinde kullanılmaktadır (Fallico vd., 2003; Shahidi vd., 2007).

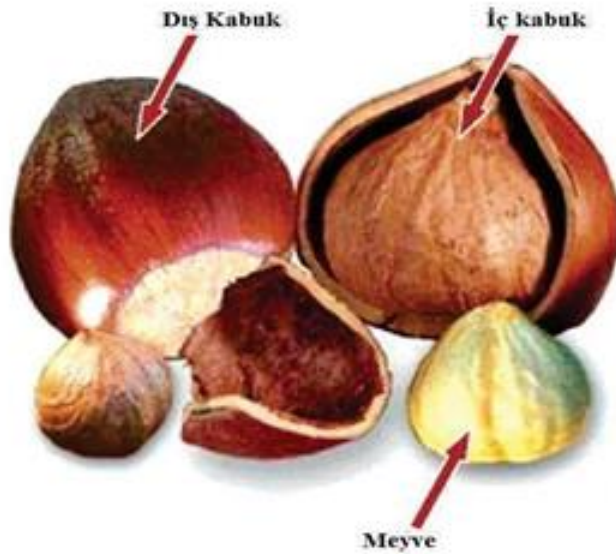
Fındık ham ya da işlenmiş olarak pazarlanmaktadır. Kavurma işlemi esnasında fındık zarı çatlayıp meyveden ayrılır ve zarsız iç fındık olarak tüketilir, kavurma işlemi uygulanmayan fındıklar ise zarı ile birlikte tüketilmektedir. Kavrulmuş fındık olarak adlandırılan bütün işlenmiş iç fındık, fındık tüketiminin en büyük kısmını oluşturmaktadır (Saklar vd., 2001).

Fındık içerdiği proteinler, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, beta sitosterol, antioksidanlar ve fenolik bileşikler ile insan sağlığı için önemli bir besin kaynağıdır (Ciemniewska-Zytkiewicz vd., 2015). Oliveira vd. (2008) üç farklı fındık çeşidinde ortalama ham protein miktarını %15,2, karbonhidrat miktarını %16,63 ve kül miktarını %4,66 olarak belirlemişlerdir. Karbonhidrat içeriği açısından sükroz, toplam karbonhidratların yaklaşık %80'ini temsil etmektedir. Rafinoz, glukoz ve fruktoz da yaklaşık %3-4 seviyelerinde bulunmaktadır. Nişasta içeriği ise, fındık çeşitlerine göre 8,27- 20,09 g/ kg KM arasında değişmektedir (Cristofori vd. 2008). Fındık meyvesi iyi bir yağ kaynağı olup ortalama %59,5 oranında yağ içermektedir (Oliveira vd., 2008). Fındıkta bulunan başlıca yağ asitleri, palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerdir. Bunlardan fındıkta baskın olanı oleik asittir ve miktarı fındık çeşidine göre %78,10- 84,76 arasında değişmektedir (Cristofori vd. 2008). Linoleik asit en fazla

bulunan ikinci yağ asididir ve onu palmitik ve stearik asitler takip etmektedir. Ayrıca fındıkta çeşide göre değişmek üzere en fazla 14,77 mg GAE/g düzeyinde TP tespit edilmiştir (Oliveira vd., 2008). Köksal vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen fındık çeşitlerinin vitaminlerden niasin, B1, B2, B6, folik asit ve askorbik asit içerdiği ve alfa tokoferol içeriği bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, fındıklarda başta potasyum olmak üzere kalsiyum, magnezyum, demir, mangan ve çinko gibi mineral maddeler ile %10'un üzerinde protein tespit edilmiştir.

2.1.2. Fındık kabuğu

Fındık meyvesi sert, pürüzsüz bir kabuğa sahiptir. Tohum, koyu kahverengi bir peliküler perikarp (deri veya testa) ile kaplıdır (Şekil 2.1). Fındığın işlenmesi sırasında, fındık iç kabuğu, sert kabuk, yeşil yapraklı örtü ve ağaç yaprağı gibi diğer yan ürünler atık maddeler olarak ortaya çıkmaktadır (Del Rio vd., 2011). Fındık dış kabuğu Türkiye'de, özellikle fındık üretilen yörelerde yüksek kalorili bir yakacak olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Fındık meyvesi, dış kabuğu ve iç kabuğu (Shahidi vd., 2007)

Fındık iç kabuğu, fındığa uygulanan kavurma işlemi sırasında ayrılarak, toplam iç fındık ağırlığının yaklaşık %2,5'ini temsil etmekte olup çok düşük ekonomik değere sahiptir (Alasalvar vd., 2009). Bu nedenle, genellikle, hayvan yemi ve enerji üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır (Monagas, 2007). Bununla birlikte, son yıllarda

yapılan birçok çalışma, hayvan yemi olarak kullanılan yan ürünlerin, pahalı ve değerli bir doğal fitokimyasal kaynağı olduğunu göstermiştir. Fındık kabuğunun da fenolik bileşiklerce zengin olması, onu fındık endüstrisinin önemli bir atık ürünü haline getirmektedir.

Fındık, flavan-3-oller, benzoik asit ve flavonollar gibi fenolik bileşikler açısından zengin bir kaynaktır. (Jakopic vd., 2011; Solar & Stampar, 2011; Yurttaş vd., 2000). Daha önce yapılan bazı çalışmalar (Shahidi vd., 2007; Contini vd., 2008; Alasalvar vd., 2009), bu bileşiklerin özellikle fındık zarında yoğunlaştığını ve *in-vitro* ortamda güçlü antioksidan aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur. Fındık iç kabuğu ekstraktının *in-vitro* ve *in-vivo* antioksidan potansiyelinin araştırıldığı bir çalışmada, ekstraktın 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikaline karşı aktivitesi, α -tokoferol, bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) ve troloks gibi referans antioksidanlardan daha yüksek bulunmuştur. 10 mg ekstrakt tüketen deney hayvanlarının plazma antioksidan potansiyeli, uygulamadan 1,5 ve 3 saat sonra sırasıyla %14 ve %25 oranında artmıştır (Contini vd., 2008).

Fındık zarı büyük oranda flavonoidlerden oluşan bir fenolik bileşik kompozisyonuna sahiptir. Kavrulmuş fındık zarında fazla miktarda monomerik, dimerik ve polimerik flavanollar (proantosiyanidinler) bulunmaktadır (Monagas vd., 2009). Ayrıca, mirisetin, kamferol ve kuersetin gibi minör flavonoidler ve gallik asit gibi bazı fenolik asitler de yer almaktadır (Shahidi vd., 2007). Bu yüzden, fındık zarı ekstraktı, flavonoid açısından oldukça değerli bir doğal kaynaktır. Fındık zarındaki fenolik bileşiklerin %74'ü, konjuge çözünür formda, %15'i serbest ve %11'i çözünmeyen bağlı formda bulunmaktadır (Taş & Gökmen, 2017).

Fındık kabuğu, aynı zamanda yüksek lif kaynağıdır (Zeppa vd., 2015). Anıl (2007), fındık kabuğunun, yaklaşık olarak %65 diyet lifi, %8 protein ve %9 yağ içerdiğini tespit etmiştir. Mandalari vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada da fındık kabuğunun bağırsak sağlığı için faydalı etkileri olan fermente edilebilir lif kaynağı olduğu belirtilmektedir.

2.2.Yer Fıstığı

2.2.1.Yer fıstığı meyvesi

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.), baklagiller (*Fabaceae*) familyasından dünya genelinde ağırlıklı olarak tohum ve yağ için yetiştirilen, protein açısından zengin (Bertioli vd., 2011) tek yıllık bir bitkidir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre dünya yer fıstığı üretiminde Çin %37,8'lik payla ilk sırada gelmekte, onu %15,6 ile Hindistan ve %6,9 ile Nijerya takip etmektedir (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2018). Ülkemizde en çok Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen yer fıstığının üretim payı ise %0,37'dir. Türkiye'de üretilen yağlı tohumların %10,9'unu yer fıstığı oluşturmaktadır (Özalp & Kürklü, 2020). Dünya genelinde, en fazla ekonomik değeri olan yer fıstığı türlerinden Virjinya, Runner, İspanyol ve Valensiya'ya ait çeşitler yetiştirilmektedir. Yer fıstığı, yağ sanayi için önemli bir hammaddedir. Ayrıca, son yıllarda, ezme ve unlu mamullerde un olarak kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Türkiye'de çoğunlukla Virjinya ve İspanyol çeşitleri ekilmekte ve genellikle çerez olarak tüketilmektedir (Şahin, 2014).

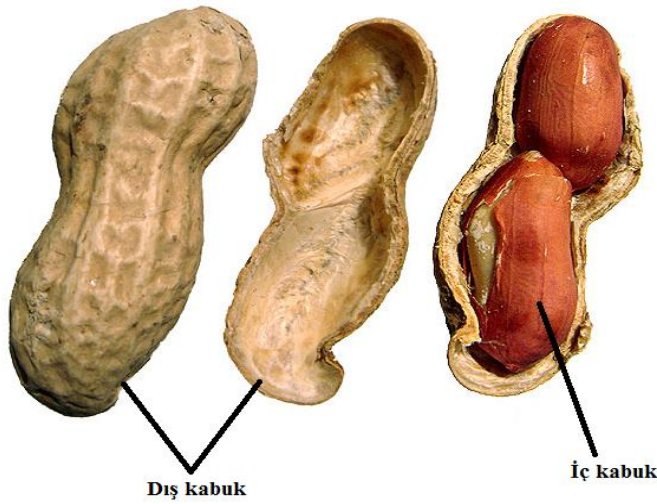
Tohumları çeşide bağlı olarak ortalama %40 – 60 oranında yağ içerdiğinden, yer fıstığı ülkemizde de yağlı tohumlar kategorisinde değerlendirilmektedir (Parlakay, 2011). Diğer taraftan, yer fıstığı yaklaşık %25 oranında protein, %16 karbonhidrat ve %15 mineral madde ve fosforca zengin aminoasitler (sistin gibi) içermesi nedeniyle insan sağlığı açısından değerli bir bitkidir (Taşkaya, 2007).

Yer fıstığı meyvesinde yüksek miktarda E vitamini, niasin, tiamin, riboflavin ve folik asit bulunmaktadır. Hücre ve dokuların büyümesinde önemli bir rol oynayan fosfor bakımından da zengin bir kaynaktır. Ayrıca %22-30 oranında protein içermektedir ve veganlar için önemli bir bitkisel protein kaynağı olarak görülmektedir (Mutegi vd., 2013). Daha önceki yıllarda yer fıstığının yağ miktarının yüksek (%50) olmasından dolayı sağlıksız bir gıda olarak nitelendirilmesine rağmen son yıllarda yapılan çalışmalarda bunun tam tersinin doğru olduğu anlaşılmıştır (Zhao vd., 2012; Toomer vd., 2018). Yapılan araştırmalar sonucunda yer fıstığının, resveratrol (3, 4', 5-trihidroksi-stilben), fenolik asitler, flavonoidler ve fitosteroller gibi biyoaktif bileşikler

bakımından zengin olduğu, ayrıca koenzim Q10 ve arjinin içeriğinin de yüksek olduğu saptanmıştır (Arya vd., 2016).

2.2.2.Yer fıstığı kabuğu

Yer fıstığı kabuğu, yer fıstığı işleme endüstrisinin, değeri düşük bir yan üründür (şekil 2.2). Yer fıstığı ürünlerinin hazırlanması sırasında uzaklaştırıldıktan sonra ya atılır ya da hayvan yeminin bileşimine düşük oranlarda dahil edilir. Daha önce yapılan çalışmalar, bütün tohumun %2,6'sını (w/w) oluşturan yer fıstığı kabuğunun, sağlığa yararlı fenolik bileşikler ačíısından zengin ve bu nedenle fonksiyonel bir gıda bileşeni olma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Fenolik bileşikler, esas olarak iç çekirdek materyallerini korumak için bitkilerin dış katmanlarında yoğunlaştığından yer fıstığı kabuğunda yüksek miktarlarda bulunur. Fıstık kabuğundaki fonksiyonel bileşenler ekstrakte edilerek, raf ömrünü ve stabiliteyi artırmak amacıyla doğal bir antioksidan kaynağı olarak gıdalarda kullanılabilmektedir (Francisco & Resurreccion, 2009). Yer fıstığı kabuğunun rengi, içeriğindeki tanenlere ve kateşol tipi bileşiklere atfedilmektedir (Sobolev & Cole, 2003). Yer fıstığı kabuğundaki bu bileşiklerden doğal boyama için tekstil sektöründe de faydalanılabilmektedir.



şekil 2.2.Yer fıstığı iç ve dış kabuğu (Armstrong, 2020)

Francisco ve Resurreccion (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli fıstık türlerine ait yer fıstığı kabuklarının önemli ölçüde TP içeriğine ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırıcıların, ısıl işlem görmüş fıstık

kabuklarında maksimum TP ve AK elde edilmesi yönündeki çalışmaları sonucunda, hafif ısıt işlemlerin (<135 °C, 15 dakika) fıstık kabuklarının AK'sini daha çok artırdığı bildirilmiştir. Bu durum kullanılan işleme yönteminin, fıstık kabuğundaki biyoaktif bileşiklerin miktarını etkileyebildiğini göstermektedir. Başka bir çalışmada, yer fıstığı kabuğundaki polifenollerin, optimum ekstraksiyonu için su sıcaklığının 80-100 °C arasında olması gerektiği önerilmiştir. 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar, denatürasyona neden olabilmektedir ve polifenoller için zararlıdır (Shi vd., 2005). Yu vd. (2005), yaptıkları çalışmada, yer fıstığı kabuğunun su ve etanol ekstraktlarının TP ve serbest radikal temizleme aktivitesini yeşil çay ve C vitaminine göre daha yüksek bulmuşlardır. Yer fıstığı kabuğunun, TP içeriğinin, çeşide ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak 90 ile 160 mg/g kuru ağırlık arasında değiştiği bildirilmiştir (Ma vd., 2013). Yer fıstığı kabuğu ekstraktının, fenolik bileşiklerden fenolik asitler (klorojenik asit, kafeik asit ve ferulik asit), flavonoidler (epigallokateşin, epikateşin, kateşin gallat, epikateşin gallat) ve stilbenler (resveratrol) açısından oldukça zengin olduğu belirtilmektedir (Francisco & Resurreccion 2009; Sarnoski vd., 2012). Francisco ve Resurreccion (2012), Runner, Virjinya ve İspanyol türlerine ait yer fıstığından elde edilen kabuklara farklı sürelerde su ile uyguladıkları ekstraksiyon sonucunda, en fazla toplam TP ve AK'yi (sırasıyla, 110 mg GAE/g ve 1,11 mmol troloks eşdeğeri (TE)/g) 10 dakika uygulanan ekstraksiyon ile, Runner türüne ait fıstık kabuğunda tespit etmiştir.

2.3. Kestane

2.3.1. Kestane meyvesi

Kestane, kayıngiller (*Fagaceae*) familyasından *Castanea* cinsini oluşturan yaprak döken bir ağaçtır (Braga vd., 2015). *Castanea sativa* Mill., Kuzey Yarımküre ve Güney Avrupa'nın ılıman bölgelerine özgü, özellikle Akdeniz havzasında doğal olarak yetişen yerli bir kestane türüdür (Soylu, 2004). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre dünya kestane üretiminin 2,3 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2019). Çin %83'lük pay ile dünyada en fazla kestane üreten ülke konumundadır. Türkiye ise dünya kestane üretiminde üçüncü sırada yer almaktadır (Ziraat Mühendisleri Odası [ZMO], 2019).

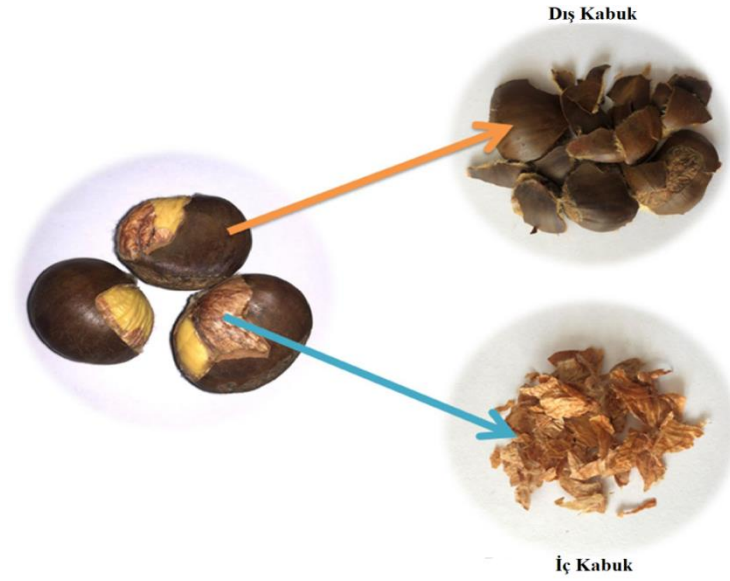
Kestane, genellikle sonbaharda toplanan, sert ve parlak bir kabuğa sahip yarım küre şeklinde bir meyvedir. Kestane meyvesi taze ya da pişmiş olarak tüketilmekle birlikte kestane şekeri, kestane reçeli, kestane püresi ve konserve kestane gibi ürünlere de işlenebilmektedir (Oral, 2006; Squillaci vd., 2018; Fernandez-Agullo vd., 2014). Son yıllarda, özellikle glütensiz diyetlerde kestanenin farklı formlarının giderek artan kullanımı nedeniyle Avrupa'da kestane endüstrisi, önemli ölçüde büyüme göstermektedir (Vella vd., 2018). Türkiye'de kestanenin büyük bir bölümü yurt içinde, özellikle közleme ve şekerleme olarak tüketilmekte, az bir bölümü de ihraç edilmektedir (Öztürk, 2006).

Kestane, besleyici nitelikleri ve potansiyel sağlık yararları nedeniyle sağlıklı gıda maddesi olarak giderek daha fazla tanınan önemli bir ürün (Yang vd., 2015) olup, yüksek fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitesi ile dikkat çekmektedir. Kestane, kimyasal bileşimi ve nem oranı bakımından diğer sert kabuklu meyvelerden önemli ölçüde ayrılmaktadır. Diğer birçok sert kabuklu meyveden farklı olarak kestane, protein ve yağ bakımından fakir fakat karbonhidrat bakımından oldukça zengindir (Künsch vd., 2001). Bu nedenle de çölyak hastaları için uygun olduğu belirtilmektedir (Braga vd., 2015). Besleyici değeri ve kalorisi yüksek bir besin olan kestane B1, B2 ve C vitaminleri açısından oldukça zengindir. Ayrıca potasyum, fosfor, magnezyum, klor, kalsiyum, demir, sodyum minerallerini de içermektedir (Şenel & Eltan, 2016). Kestane, diğer sert kabuklu meyve türlerine göre daha az yağ içermekle beraber, insan vücudu için gerekli olan yağ asitlerinden özellikle linoleik asit bakımından zengin bir kaynaktır (Soylu, 2004).

2.3.2. Kestane kabuğu

Kestane; meyve, iç kabuk, dış kabuk ve meyveyi çevreleyen dikenli tohum kabuğundan oluşur (D. Pinto vd., 2021). Kestane soyma işlemi sırasında bol miktarda üretilen ve az kullanılan bir yan ürün olan kabuklar toplam meyve ağırlığının yaklaşık %20'sini temsil eder ve bunun %9,0-13,5'i dış kabuklara ve %6,3-10,1'i iç kabuklara karşılık gelir (De Vasconcelos vd., 2010) (Şekil 2.3). Kestane kabukları, çoğunlukla enerji üretimi için yakıt olarak kullanılan, ticari değeri olmayan lignoselülozik bir biyokütledir (Morana vd., 2010). Kestane iç kabuğu, Doğu Asya'da, özellikle Kore'de kozmetik alanında bir

girdi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, geçmişte uzun süre, kabuklar şarap yıllandırma sürecinde tanen kaynağı olarak kullanılmıştır (Alanon vd., 2013).



Şekil 2.3. Kestane iç kabuğu ve dış kabuğu (Hu vd., 2021)

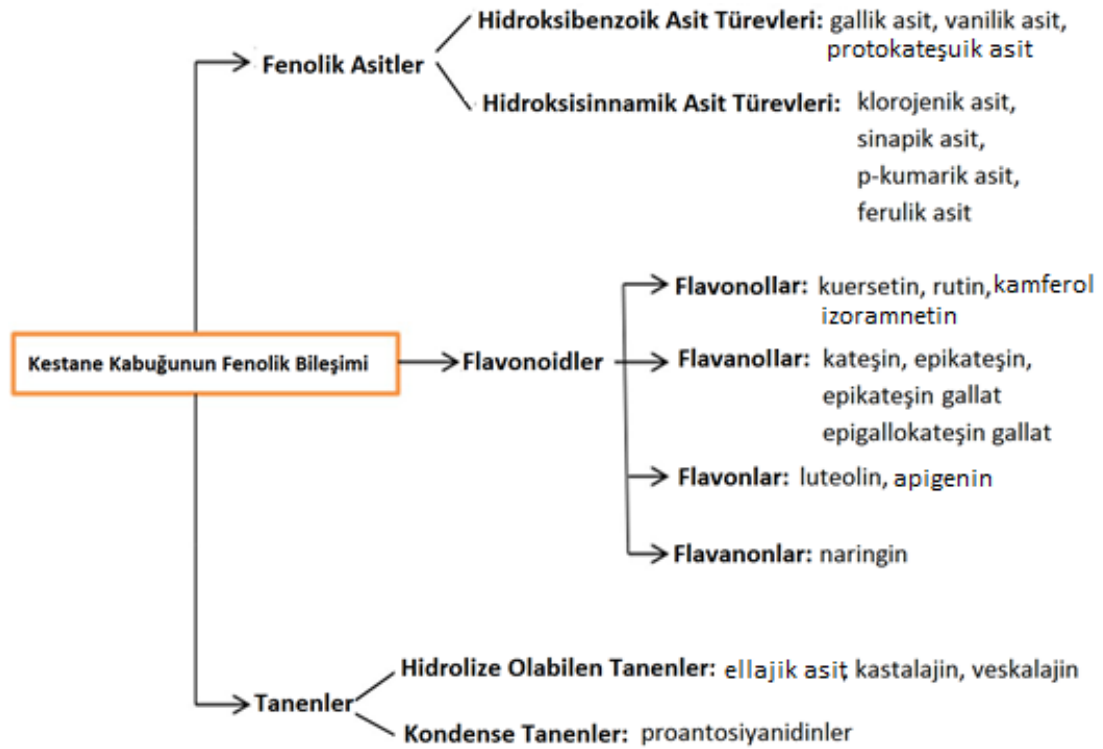
Diğer taraftan, bu konuda yapılan çalışmalar (De Vasconcelos vd., 2010; Fernandez-Agullo vd., 2014), kestane kabuğunun yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan özelliği nedeniyle değerli bir atık olduğunu belirtmektedir. Biyoaktif bileşiklerin ve selüloz, hemiselüloz ve lif gibi sindirilemeyen oligosakkaritlerin fazlalığı, kabukların doğal antioksidan ve prebiyotik olarak değerlendirilme potansiyelini artırmaktadır. F. Rodrigues vd. (2015), farklı coğrafi bölgelere ait kestanelerden elde edilen kabuklarda yüksek karbonhidrat, nem, protein ve düşük yağ seviyeleri bildirilmiştir (Hu vd., 2021).

Amino asitler açısından, kestane kabuğunda esansiyel amino asitlerden en fazla arjinin ve lösinin, esansiyel olmayan amino asitlerden ise en çok glutamik ve aspartik asitlerin bulunduğu bildirilmiştir. Bunlara ilave olarak, tirozin, treonin ve fenilalaninin de tespit edildiği ve bu atık ürünün besin takviyelerinde ucuz bir kaynak olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (F. Rodrigues vd., 2015).

Kestane kabuğunun biyoaktif bileşiklerini, özellikle tanenler, fenolik asitler ve flavonoidler oluşturmaktadır (Thi Tuyen vd., 2017; D. Pinto vd., 2021) (Şekil 2.4). Comandini vd. (2014), inceledikleri dört çeşit ticari kestane kabuğu örneklerinde 4,8 -16,7 mg GAE/g düzeyinde toplam polifenol tespit etmişlerdir. Fernandez-Agullo

vd. (2014), kestane kabuğunun su ekstraktında ellajik asit, gallik asit, gallokateşin, galloil glikozidler ve kateşini tanımlamıştır.

Thi Tuyen vd. (2017), kestanenin meyve, kabuk, yaprak ve çiçek ekstraktlarının fenolik bileşiklerini ve antioksidan özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, gallik asit, ellajik asit, mirisetin ve izokuersitrinin kestane kabuğundaki başlıca bileşenler olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacılara göre, serbest ve bağlı fenolik madde miktarı en fazla iç kabuk ekstraktında saptanmıştır. En yüksek radikal temizleme aktivitesi ve indirgeme gücünü de iç kabuk ekstraktının gösterdiği, hatta standart olarak kullanılan antioksidan bileşik BHT'den daha etkili olduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.4. Kestane kabuğunda tanımlanan fenolik bileşikler (Hu vd., 2021)

Ayrıca, kestane kabuğunun mineral madde açısından, fazla miktarda kalsiyum (1,3 g/kg), magnezyum (1,0 g/kg), manganez (122,4 mg/kg), potasyum (48,9 mg/kg) ve sodyum (47,4 mg/kg), düşük miktarlarda ise arsenik, baryum, brom, krom, nikel, kurşun, rubidyum, stronsiyum ve titanyum elementlerini içerdiği bildirilmiştir (Hu vd., 2021).

2.4. Yer fıstığı, Kestane ve Fındık Kabuklarının Gıdalarda Kullanımı

Polifenollerce zengin kabuk gibi bitkisel atıkların doğal fitokimyasal kaynağı olarak gıdalarda kullanımı son yıllarda artış göstermektedir. Bu kapsamda kestane, fındık ve yer fıstığı kabuğu gıdaların fonksiyonelliğini artırmak amacıyla kullanılabilecek biyoaktif bileşiklerce zengin bitkisel atıklardır. Diğer taraftan, doğal bitki ekstraktlarının sentetik katkı maddelerine alternatif oluşturması tüketicilerin katkı maddeleri konusundaki endişelerini gidermek açısından da oldukça önem taşımaktadır.

Joo ve Choi (2012), kestane iç kabuğu ilavesiyle (%0-5 oranlarında) kurabiye yaptıkları çalışmada, kestane kabuğu ilave edilen kurabiyelerde toplam fenolik madde miktarı ve DPPH serbest radikal süpürme aktivitesinin önemli ölçüde arttığını tespit etmiştir. %3 oranında kestane iç kabuğu ilave edilen kurabiyelerin, duyuşal özellikler açısından oldukça yüksek puan aldığı belirtilmiştir.

Kestane kabuğu tozunun ekmek hamuruna %6 oranında ilave edilmesiyle ekmeğin diyet lifi içeriğinin ve nem miktarının önemli ölçüde arttığı ve kestane kabuğu tozu ilavesinin ekmeğin kalite özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (J. S. Lee vd., 2017).

Ma vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, öğütölmüş yer fıstığı kabuklarının yer fıstığı yağına ilave edilmesi (%0-5 oranlarında) sonucunda, kabuk ilaveli örneklerin toplam fenolik madde miktarında, kontrol örneğe göre %86-714 oranlarında artış gözlenmiştir. Antioksidan aktivite değerleri de yer fıstığı kabuğu ilaveli yağlarda önemli artış göstermiştir.

Francisco ve Resurreccion (2012), yer fıstığı kabuğu ekstraktını kullanarak, antioksidan bileşikler açısından zengin bir içecek elde etmişlerdir. Fıstık kabuğu ekstraktı ürünün antioksidan aktivitesini artırmış ancak acılık ve burukluk gibi istenmeyen duyuşal özelliklerinde de bir artış olduğu belirtilmiştir. Nitekim, fıstık ürünlerinde, kavrulmuş fıstık aromasının ürünün kabul edilebilirliği üzerine olumlu etki yaptığı ancak kabuk aromasının acı tatla ilişkilendirilerek, tüketiciler tarafından beğenilmediği belirtilmektedir (Young vd., 2005).

Diğer taraftan, Dean vd. (2016), yer fıstığı kabuğu ekstraktının olumsuz duyuşal özelliklerini maskelemek için ekstraktı maltodekstrin ile %10,5 (w/w) oranında

kapsülleyerek sütlü çikolatanın bileşimine dahil etmiştir. Araştırmacılar, kapsüllemenin, fenolik bileşiklerin tükürük tarafından çözülmesini ve tat reseptörlerine ulaşmasını engellemesi nedeniyle, yer fıstığı kabuğu ekstraktının sütlü çikolatanın tadını olumsuz etkilemediğini ve antioksidan aktivitesini bitter çikolatanın aktivitesi kadar yüksek seviyelere artırdığını belirtmişlerdir.

Velioğlu vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise fındık zarının belirli oranlarda ekmek, kurabiye ve kek üretiminde kullanılmasının, ürünlerin TP içeriğini artırdığı ve duyu kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Bu çalışma ile, fındık zarının kurabiye ve ekmek üretiminde %8 oranında, kek üretiminde ise %6 oranında buğday unu yerine ikame edilmesiyle, duyu kaliteden ödün vermeden besleyici değeri yüksek fırıncılık ürünleri üretilebileceği gösterilmiştir.

2.5. Erişte Üretimi ve Zenginleştirilmesi

Erişte; unun su, tuz, yumurta ve isteğe bağlı bazı malzemelerle yoğrulup şekillendirilmesiyle elde edilen makarna benzeri bir üründür. TS 12950 Erişte Standardında erişte buğday ununa, belirlenen miktarda tuz, su ve yumurta eklenerek hamurun hazırlanması, açılması, standartlara uygun, eşit kalınlık ve uzunlukta kesilmesi isteğe bağlı olarak taze tüketilebilen veya kurutulularak kapalı ve sağlıklı ambalajlarda uzun süre depolanabilen bir gıda ürünü şeklinde tanımlanmaktadır. Makarnada olduğu gibi sade, çeşnili ve farklı katkılarla zenginleştirilmiş erişte çeşitleri üretilmektedir (Türk Standartları Enstitüsü [TSE], 2003). Kolay ve hızlı şekilde hazırlanması, uzun raf ömrüne sahip olması, duyu özellikleri (L. Lee vd., 1998; Eyidemi, 2006), çeşitliliği ve besleyiciliği nedeniyle, erişte gıda sektöründe hem üreticiler hem de tüketiciler için tercih sebebidir.

Ekmek ve erişte dünyada en çok tüketilen gıdalardandır (Ge vd., 2001). Erişte Asya kıtasında yaşayan insanların temel besin öğelerinden biri olsa da günümüzde diğer ülkelerde de yaygın olarak tüketilmektedir (Hou & Kruk 1998). Erişte tüketiminin en fazla olduğu ülkeler Japonya, Çin, Kore ve ABD'dir (Hou & Kruk, 1998; Eyidemi, 2006). Türkiye'de makarnanın sanayi ürünü olarak ilk kez üretimi 1922 yılında yapılmıştır ancak geleneksel eriştenin kökeni çok daha eskilere dayanmaktadır. Geleneksel Türk eriştesinin üretim şekli ve üretimde kullanılan ham maddeler Asya

lkelerinde üretilen eriştelere çok benzemektedir (B. zkaya vd., 2004; B. Demir, 2008). Asya tipi eriştelerde un, su ve tuz kullanılırken, Amerikan tipi eriştelerde ise un, su ve yumurta kullanılmaktadır (Hou & Kruk, 1998; B. Demir, 2008). Uzakdoğu'da eriştelerde buğday ununun yerine pirinç unu, karabuğday unu, tatlı patates nişastası da kullanılabilmektedir (Fu, 2008).

2.5.1. Erişte retimi

Erişte retimi genel olarak sırasıyla hamur yoğurma, dinlendirme, hamur açma (yapraklama), kesme ve kurutma aşamalarından oluşmaktadır.

Hamur yoğurma, erişte üretiminde ilk adımdır (Karadeniz, 2007; Fu, 2008). Yoğurmanın temel amaçları; bileşenlerin eşit şekilde dağılması ve su absorbsiyonunun sağlanmasıdır (Eyidemiir, 2006). Yoğurma işlemi sırasında yüksek su absorbsiyonu (> %35) ve uzun karıştırma süresi (>15 dakika), iyi bir gluten gelişimi için önemli kriterlerdir. Yoğurma işlemini etkileyen faktörlerden biri de sıcaklıktır. Düşük sıcaklıkta (<20°C) yapılan yoğurma işleminde gluten gelişimi yavaşlarken, yüksek sıcaklıkta (>35°C) yapılan yoğurma işleminde ise gluten ağı parçalanabilir. Erişte hamurunun optimum yoğurma sıcaklığı 25-30 °C'dir (Eyidemiir, 2006). Un kalitesi, kullanılan su miktarı, erişte hamuruna katılan diğer bileşenler (tuz, alkali tuz vb.) yoğurmayı etkileyen diğer faktörlerdir. Unun protein içeriğinin yüksek olması su absorbsiyonunu hızlandırır ve yoğurma süresini kısaltır. Nişasta zedelenmesi fazla olan unlarda ise yoğurma işlemi daha uzun süre gerektirmektedir.

Yoğurma işleminden sonra, hamurun 20-40 dakika arasında değişen sürelerde dinlendirilmesi gerekmektedir (Hou & Kruk, 1998). Hamurun dinlendirilmesi ile optimum su absorbsiyonu ve gluten gelişimi sağlanmakta ve daha kolay açılabilen bir hamur elde edilmektedir (Fu, 2008).

Hamur, ilk etapta, bir veya iki inceltici silindirden geçirilir. İkinci geçişten sonra, birleştirilen yapraklar genellikle tekrar dinlendirilir. Dinlendirme, gluten yapısında yumuşama sağlamaktadır. Dinlendirme süresince gluten olgunlaşır ve daha esnek bir yapı kazanır. Bu aşamadaki dinlendirme, bir sonraki yapraklamayı (hamur amayı) rahatlatır. Dinlendirmeyi takiben hamur yaprakları, silindir aralığı kademeli olarak

düşürülen silindirlerden geçirilmek suretiyle birkaç adımda inceltilir. Hamur yapraklarının kalınlığı, yüzeyin ve gluten yapısının bozulmaması için kademeli olarak düşürülmelidir. Sıcaklık, glutenin fiziksel özellikleri üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğundan, inceltme işlemi süresince doğru gluten gelişimi ve iyi yaprak oluşumunu sağlamak için, inceltici silindirlerin sıcaklığı kontrol edilmelidir (Fu, 2008).

Hamur açma işleminden sonra istenilen kalınlığa ulaşan erişeler şeritler halinde kesilir. Son olarak da boy kesicilerle erişe şeritleri uygun boyda kesilir (Fu, 2008) ve kurutulur.

Kurutmada temel amaç erişede bulunan fazla nemi uzaklaştırmaktır. Mikrobiyal ve biyokimyasal stabilite sağlandığında, erişelerin raf ömrü, önemli derecede uzatılabilmektedir. Bu amaca ulaşmak için en etkili yol, erişenin mikrobiyal gelişiminin mümkün olmadığı nem içeriğine kadar kurutulmasıdır. Erişenin nemi; hava ile kurutma, derin yağda kızartma veya vakum kurutma yöntemleri ile uzaklaştırılmaktadır. Hava ile kurutma; sıcak ($>70^{\circ}\text{C}$) ve sıcak olmayan hava ($<50^{\circ}\text{C}$) ile gerçekleştirilmektedir. Sıcak olmayan hava ile kurutma, normal erişelerin kurutulmasında kullanılırken, sıcak hava ile kurutma esas olarak buharlama ile üretilen erişelerde ve instant erişelerde kullanılmaktadır. Higroskopik yapısı nedeniyle tuz, kurutma sırasında ürünlerdeki nemin hareketini önemli derecede etkilemektedir. Yüksek oranda tuz içeren erişeler, düşük oranda tuz içeren erişelere göre daha yavaş kurumaktadır. Eğer çok hızlı kurutma yapılırsa, erişe yüzeyi ve içinde büyük oranda nem farkı oluşabilmektedir (Fu, 2008).

2.5.2. Erişenin Zenginleştirilmesi

Erişte, oldukça fazla tüketilen unlu mamullerden olup, yüksek oranda karbonhidrat içermektedir. Ancak özellikle beyaz undan yapılan erişte ve benzeri ürünlerin besleyiciliği oldukça azdır. Bu nedenle, son zamanlarda bu türden ürünleri özellikle biyoaktif bileşikler açısından zenginleştirmeye dolayısıyla kalitesini ve fonksiyonelliğini artırmaya yönelik çalışmalar giderek önem kazanmıştır. Literatürde bu amaçla bitkisel katkıların erişte üretiminde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar dikkati çekmektedir.

Enginar atığı ekstraktı ile zenginleştirilen taze eriştenin kalite parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada, eriştenin fenolik bileşik ve antioksidan aktivitesinde artış gözlenirken, renk açısından sarılık azalmış ve kahverengilik artmıştır. Eriştenin tekstürel ve pişirme parametreleri ise ekstrakt ilavesinden dolayı etkilenmemiştir (Pasqualone vd., 2017).

Köten ve Ünsal (2020), menengiç (*Pistacia terebinthus*) meyvesinin erişte formülasyonunda fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanım olanaklarını araştırmıştır. Bu amaçla, erişte formülasyonuna ham menengiç ve farklı sıcaklıklarda (100-200 °C) kavrulmuşmenengiç %0-30 oranlarında ilave edilmiştir. Menengiç kullanımı, eriştedeki fitik asit miktarını azaltırken kül, protein, yağ, toplam diyet lifi, toplam fenolik madde miktarları ile antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırmıştır (p <0,05). Duyusal analiz sonucuna göre, en yüksek puanı 100 °C'de %10 oranında kavrulmuş menengiç ilaveli erişte alırken, en düşük puanı 200 °C'de %30 oranında kavrulmuş menengiç ilaveli erişte almıştır.

Bayomy ve Alamri (2022), eriştelere buğday ununa ikame olarak %15-25 oranlarında sarı mercimek ve nohut unu ilave ederek besin değerini artırmayı amaçlamışlardır. Buğday ununun mercimek veya nohut unu ile zenginleştirilmesi, elde edilen erişteleri protein, ham yağ, kül ve ham lif içeriği açısından iyileştirirken, karbonhidrat ve kalori miktarında azalmaya neden olmuştur. Zenginleştirilmiş eriştelerde esansiyel aminoasitlerden lizin, triptofan ve treonin miktarında artış gözlenmiştir. Bu çalışma, reolojik özellikleri, pişirme özelliklerini veya duyusal nitelikleri olumsuz etkilemeden besin değerini iyileştirmek için durum buğdayı ununun %25 nohut unu veya %20 mercimek unu ile değiştirilebileceğini göstermiştir.

Bitkisel zenginleştirmeye yönelik yapılan başka bir çalışmada, lif ve polifenoller açısından zengin elma posası kurutulup öğütüldükten sonra un haline getirilerek erişte formülasyonunda %5-20 oranlarında un yerine ikame edilmiş ve eriştelerdeki değişimler incelenmiştir. Elma posası miktarının artması ile eriştelerin beyazlık indeksi 77,2'den 54,1'e, yapışkanlık %70'den %46'ya, çekme direnci 47 gramdan 30 grama, pişirme kaybı %4'ten %6,4'e ve su alımı %67'den %77'ye yükselmiştir. Elma posası ilavesi eriştelerin sertliğini etkilemezken, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve esnekliğini

farklı derecelerde etkilemiştir. Genel olarak, %5 ile %10 elma posası oranlarının, eriştelere için en uygun değerler olduğu tespit edilmiştir (Xu vd., 2020).

M. K. Demir vd. (2021), yaptıkları bir çalışmada, stabilize buğday ruşeymi ile zenginleştirilmiş Türk eriştesinin kimyasal, besinsel ve pişirme özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre, buğday unu %5-20 oranlarında buğday ruşeymi ile yer değiştirmiştir. Stabilize buğday ruşeymi kullanımı erişte numunelerinin kimyasal ve besinsel özelliklerini iyileştirmiştir. Ruşeym ilavesi, eriştenin ham protein, toplam fenolik madde, toplam diyet lifi ve fitik asit içeriğini artırmıştır. Ayrıca son üründe, kalsiyum, çinko, demir, magnezyum, fosfor ve potasyum gibi mineral madde ve tokoferol miktarlarında da önemli bir artış gözlenmiştir. Ancak yüksek ruşeym oranı pişirme kalitesini ve tekstürel özelliklerini olumsuz etkilemiştir.

Coello vd. (2021), biyoaktif potansiyele sahip besleyici makarna üretmek amacıyla, %5-30 oranlarında moringa filizini makarna formülasyonuna ilave etmiştir. Moringa filizinin miktarı arttıkça, eriştenin protein, lipit, lif ve mineral madde içeriğinde kademeli bir artış gözlenmiştir. Ayrıca makarnanın tiamin, riboflavin, γ -aminobütirik asit, glukozinolat ve antioksidan aktivite seviyeleri artmıştır. Diğer taraftan, %10'un üzerinde moringa filizi kullanıldığında tekstürel özellikler olumsuz yönde etkilenmiştir.

Altınar (2021), geleneksel yöntemle üretilen eriştelere besinsel, antioksidan aktivite ve duyu özelliklerini iyileştirmek için keçiyoynuzu ununu buğday unu yerine %10-40 oranlarında kullanmıştır. Erişte örneklerinde, keçiyoynuzu unu ikame oranı arttıkça *L* ve *b* azalırken, *a* değeri artmıştır. Erişte formülasyonuna eklenen fenolik bileşiklerce zengin doğal bir antioksidan kaynağı olduğu tespit edilen keçiyoynuzu unu ikamesi, eriştenin antioksidan kapasite, toplam fenolik içeriği ve biyoerişilebilirlik değerlerini artırmıştır. Erişte formülasyonunda %10 ve %20 keçiyoynuzu unu kullanımı duyu özellikler açısından optimum değerler olarak belirlenmiştir.

Farklı partikül boyutlarında hazırlanmış şeker pancarı lifinin, farklı oranlarda (%3-15) erişte üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, erişte örneklerine katılan şeker pancarı lifinin miktarındaki artış, eriştenin besinsel lif içeriğinde artışa neden olmuştur. Renk değerleri açısından, lif ilavesi arttıkça *L* ve *a* değerlerinin arttığı, *b* değerinin azaldığı saptanmıştır. Yapılan duyu analizler sonucunda doku, lezzet ve genel beğeni

yönünden ince partiküllü şeker pancarı lifi ilaveli eriştenin en yüksek ortalama puanı aldığı saptanmıştır. Bu çalışma ile şeker pancarı lifinin, eriştenin duysal özelliklerini olumsuz etkilemeden, lif içeriğini artırmak amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Gökbulut & Boy 2020).

Eriştenin zenginleştirilmesine yönelik yapılan diğer çalışmalardan; soya unu (Rani vd., 2019), soya unu ve havuç (Adegunwa vd., 2012), kavun çekirdeği (Pozan, 2019) ve hindistan cevizi (Gunathilake & Abeyrathne, 2008) ilavesi ile zenginleştirilen eriştelerde kontrol eriştelere besin içeriğinde (protein, yağ, lif, mineral madde gibi) daha fazla artış tespit edilmiştir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, erişteye fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla polifenol içeriği açısından oldukça zengin kestane, yer fıstığı veya fındık kabuğu gibi ekstraktların erişte formülasyonunda kullanımına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu tez çalışması, literatürdeki söz konusu eksikliğin giderilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma materyali

Çalışmada kullanılan atık kabuklardan kestane (*Castanea sativa*) iç zarı, Umurlu-İzmir bölgesinde yetişen kestaneleri işleyen Bursa’da yer alan bir işletmeden temin edilmiştir. Fındık (*Corylus avellana*) ve yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) iç zarı ise sırasıyla Ordu ve Aydın illerinde yer alan işletmelerden sağlanmıştır. Kabuklar, kullanılabildiği kadar polietilen torbalarda 4±2 °C’de muhafaza edilmiştir. Un ve yumurta ise lokal marketten alınmıştır.

3.1.2. Ekipman, kimyasal madde ve diğer malzemeler

Çalışmada orbital çalkalayıcı (IKA Yellowline RS10), derin dondurucu (-19 °C, Beko), buzdolabı (+4 °C, Arçelik), HPLC (Shimadzu, Japonya), RP-HPLC kolon (250 × 4,6 mm ID, 5µm, Nova Select), spektrofotometre (Shimadzu-UV/VIS 1208), kahve öğütücüsü (Tefal GT110838), dondurarak kurutucu (SB4 Armfield, İngiltere), renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Chroma Meter, CR-5, Bench-top, Japan), hamur inceltme makinası /erişte kesme makinesi (Titania, Italy), karıştırıcı (Siemens FQ.1), su banyosu (Mettler WNB 22, Almanya) ve santrifüj (Sigma 3K 30, ABD) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan RP-HPLC kolon (5 µm, 250 x 4.6 mm) Nova Select’den satın alınmıştır. HPLC ile fenolik bileşiklerin analizlerinde kullanılan kuersetin glukozid, kamferol, luteolin, apigenin ve galangin Toronto Research Chemicals’dan (Toronto, Kanada), ellajik asit, kafeik asit, epigallokateşin gallat Sigma Chemical Company’dan (St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır. HPLC saflığında orto fosforik asit, asetonitril Riedel-de Haën’den satın alınmıştır. Spektrofotometrik toplam polifenol (TP) analizinde kullanılan Folin-Cioacaltea reaktifi Merck Co.’dan (Darmstadt, Almanya), sodyum karbonat Carlo Erba’dan (Val de Reuil, Fransa) ve gallik asit Sigma Chemical Company’dan (St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır. Spektrofotometrik toplam flavonoid (TF) analizinde kullanılan sodyum nitrit Carlo Erba’dan (Val de Reuil, Fransa), alüminyum klorür Sigma Chemical Company’dan (St. Louis, MO, ABD), sodyum hidroksit Emsure’dan, (Darmstadt, Almanya) ve rutin Acros Organics’den (Waltham, MA, ABD) satın alınmıştır. Antioksidan kapasite (AK) analizinde kullanılan

2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl Sigma Chemical Company'den (St. Louis, MO, ABD) satın alınmıştır. *In-vitro* gastrointestinal sindirim analizi için kullanılan taze safra, pankreatin (porcinepancreas) ve pepsin (porcinegastricmucosa) Sigma Chemical Company'den (St. Louis, MO, ABD), potasyum klorür, sodyum klorür, kalsiyum klorür dihidrat, hidroklorik asit Isolab'dan (Wertheim, Almanya), amonyum karbonat, monopotasyum fosfat Honeywell Fluka'dan (Seelze, Almanya), magnezyum klorür heksahidrat Carlo Erba'dan (Val de Reuil, Fransa) ve sodyum hidroksit Emsure'dan (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır.

Çalışmada kullanılan diğer sarf malzemeler, mikropipet seti (Transferpette, Brand, Almanya), ve 0,45 µm'lik membran filtreler, tek kullanımlık spektrofotometre küvetleri, elek, vidalı kapaklı plastik tüpler, plastik deney tüpleri, Whatman No.1 filtre kağıdı, dereceli cam balon jojeler ve diğer cam malzemelerdir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Polifenol ekstraksiyonu

Kabuk ve erişte örneklerinden polifenollerin ekstraksiyonu, Türkmen Erol vd.'ne (2022) göre yapılmıştır. Buna göre, kahve öğütücüsü ile belirli partikül iriliğinde (150-300 µm) öğütülmüş toz haldeki örneklerden polifenoller saf su ile, su banyosu kullanılarak 60 °C sıcaklıkta, 22 dk süre ile 1/40 (w/v) (kabuk: solvent) oranında ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında karışım Whatman No.1 filtre kağıdından filtre edilmiştir. Elde edilen berrak ekstraktlar, toplam polifenol (TP), toplam flavonoid (TF), antioksidan kapasite (AK), fenolik madde profili ve polifenollerinin *in-vitro* biyoerişilebilirliği (mide ve bağırsak aşaması olarak) analizleri için kullanılabilecek kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. En fazla polifenol miktarının tespit edildiği kestane kabuğu ekstraktının bir kısmı ise, erişte üretiminde kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Erişte üretimi

Erişte üretimi, Collins ve Pangloli (1997) tarafından uygulanan reçete modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.1'de, çalışmada kullanılan reçetenin formülasyonu verilmiştir. Kestane kabuğu ekstraktı ilaveli (zenginleştirilmiş) erişte üretimi için, reçetede ki una ikame olarak %1 oranında -80 °C'de dondurulduktan sonra dondurarak

kurutucuda ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $0,1\text{mbar}/0,75\text{ mmHg}$ vakum altında) kurutulmuş ekstrakt kullanılmıştır (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Erişte formülasyonu

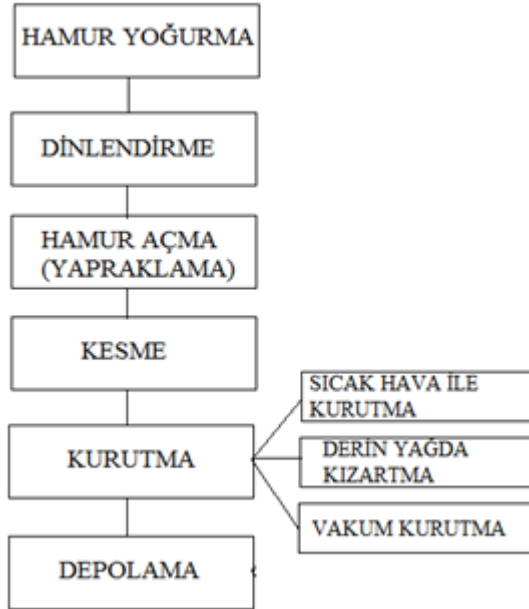
Erişte çeşidi	Bileşen (% w/w)			
	Kabuk ekstraktı	Buğday unu	Yumurta	Su
Kontrol	0	65	13	22
Zenginleştirilmiş	1	64	13	22



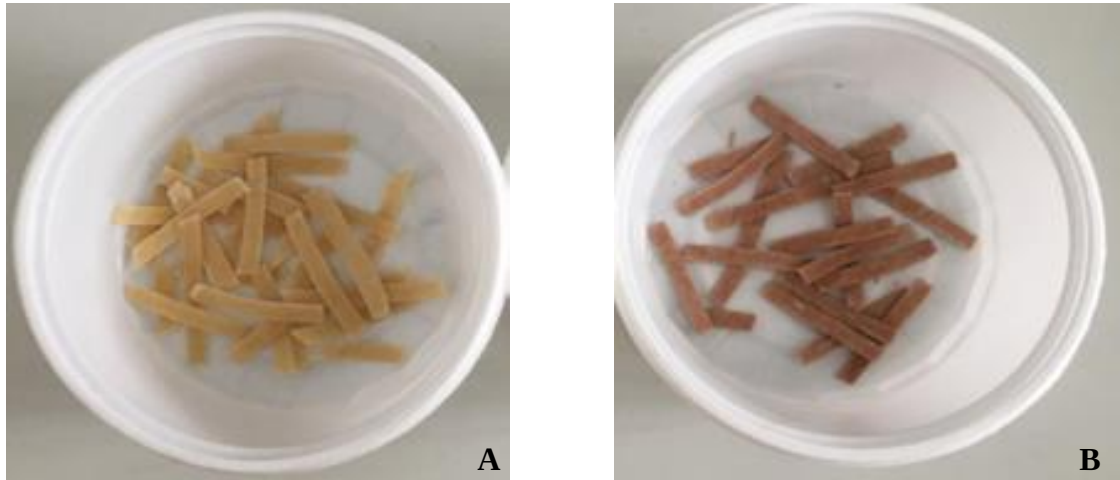
Şekil 3.1. Dondurarak kurutulmuş kestane kabuğu ekstraktı

Kabuk ekstraktı içermeyen eriştelere, kontrol grubunu oluşturmuştur. Üretim akış diyagramı Şekil 3.2'de verilen erişte üretimi için ilk aşamada kuru girdiler olan beyaz un ve kurutulmuş ekstrakt bir kaptaki karıştırılmıştır. Ardından, su ve yumurta eklenmiş ve karışım, katı kıvamda bir hamur elde edilene kadar karıştırıcı (Siemens FQ.1) yardımıyla 5 dk süreyle yoğrulmuştur. Hazırlanan hamur, 5 dk daha elle yoğrulduktan sonra, eşit parçalara bölünerek bezeler hazırlanmıştır. Bezeler streç film ile sarılarak, oda sıcaklığında 20 dk dinlendirilmiştir. Sürenin sonunda önce merdane sonra hamur inceltme makinesi / erişte kesme makinesi ile inceltilecek hamur, fazla nemi uzaklaştırmak ve dolayısıyla kesim sırasında oluşabilecek yapışmaları engellemek amacıyla oda sıcaklığında 20 dk dinlendirilmiştir. Sürenin bitiminde hamur, erişte kesme makinesiyle $0,4 \times 3,0\text{ cm}$ ebatlarında şeritler halinde iki aşamada kesilmiştir. Yaş eriştelere tepsilere ince tabaka halinde yayılarak oda sıcaklığında, nem içeriği %8-9'a düşene kadar

kurutulmuştur (Şekil 3.3). Kuru erişteler, bütün ve öğütülmüş olarak -20 °C’de polietilen poşetler içinde analiz edilene kadar muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2. Erişte üretim akış diyagramı



Şekil 3.3. Kontrol (A) ve kestane kabuğu ekstraktı ilaveli (B) erişte örnekleri

3.2.3.Folin-Ciocalteureaktifi ile TP tayini

Ekstrakt örneklerinin TP içeriği, International Organization for Standardization (ISO) 14502-1:2005 yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 0,5mL ekstrakt, 2,5 mL Folin-Ciocalteu (%10'luk, v/v) reaktifi ile karıştırılmıştır. 5 dk sonra bu karışıma 2 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7,5) ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, 60 dk karanlıkta bekletildikten sonra oluşan mavi rengin absorbansı

spektrofotometrede 765 nm’de köre karşı okunmuştur. Bu analiz için, kör çözelti olarak, ekstrakt yerine saf su kullanılmıştır. Sonuçlar, stok standart gallik asit çözeltisinin farklı konsantrasyonları (0-50 ppm; $R^2=0,99$) ile elde edilmiş olan kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ g kuru madde (KM) olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. TF tayini

TF miktarı, Rodrigues vd.’ne (2016) göre spektrofotometrik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, 300 µL ekstrakt, 1800 µL saf su ve 100 µL sodyum nitrit (%5 w/v) ile karıştırılmıştır. 6 dk oda sıcaklığında inkübe edilen karışım üzerine, 200 µL %10’luk $AlCl_3$ (metanolde hazırlanmış) çözeltisi ilave edilmiştir. 6 dk sonra 600 µL sodyum hidroksit (%4 w/v) eklenerek yeniden 15 dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda absorbans değerleri 510 nm’de ekstrakt yerine saf su kullanılarak hazırlanan köre karşı okunmuştur. Standart olarak rutin kullanılmış ve farklı konsantrasyonları (0-1500 ppm; $R^2 = 0,9997$) ile standart kurve elde edilmiştir. Sonuçlar, kurve baz alınarak hesaplanmış ve rutin eşdeğeri (RE) cinsinden mg RE/g KM olarak ifade edilmiştir.

3.2.5. DPPH ile AK tayini

Örneklerin AK, Türkmen Erol vd.’nin (2009) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 50 µL ekstrakt, metanolde hazırlanmış 1950 µL DPPH radikali (6×10^{-5} M) ile karıştırılmıştır. Kontrol örneğinde, ekstrakt yerine saf su kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı kuvvetlice karıştırıldıktan sonra, karanlıkta 25 °C’de 60 dk bekletilmiştir. Sürenin bitiminde karışımın ve kontrol örneğinin absorbansı, spektrofotometrede 517 nm’de metanole karşı okunmuştur. AK (%), aşağıdaki eşitlikten (Yen & Duh, 1994) yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$AK (\%) = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{örnek}}{Abs_{Kontrol}} \times 100 \quad (3.1)$$

$Abs_{Kontrol}$: Örnek içermeyen DPPH çözeltisinin absorbansı,

$Abs_{örnek}$: Örnek içeren DPPH çözeltisinin absorbansı

Örneklerin AK'si, askorbik asit eşdeğerine dönüştürülerek, mmol askorbik asit eşdeğeri (AAE)/100 g KM olarak ifade edilmiştir.

3.2.6. Kabuk ekstraktlarının fenolik bileşiklerinin HPLC ile belirlenmesi

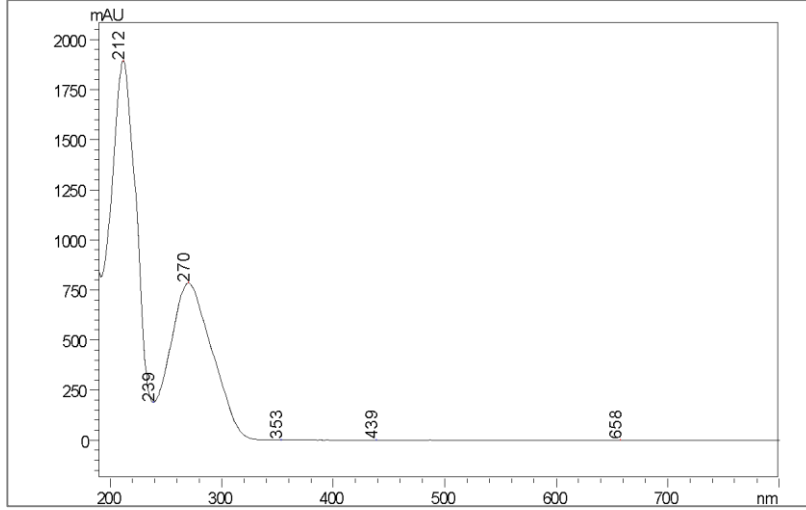
Kabukların bireysel fenolik bileşiklerini belirlemek amacıyla, her bir kabuk ekstraktı, 0,45 µm'lik membran filtreden süzölmüş ve filtrat HPLC (Perkin Elmer, Flexar model) kolonuna enjekte edilmiştir. Analizde kullanılmış olan HPLC koşulu ve elusyon programı Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Fenolik bileşiklerin analizi için HPLC çalışma koşulları ve elusyon programı

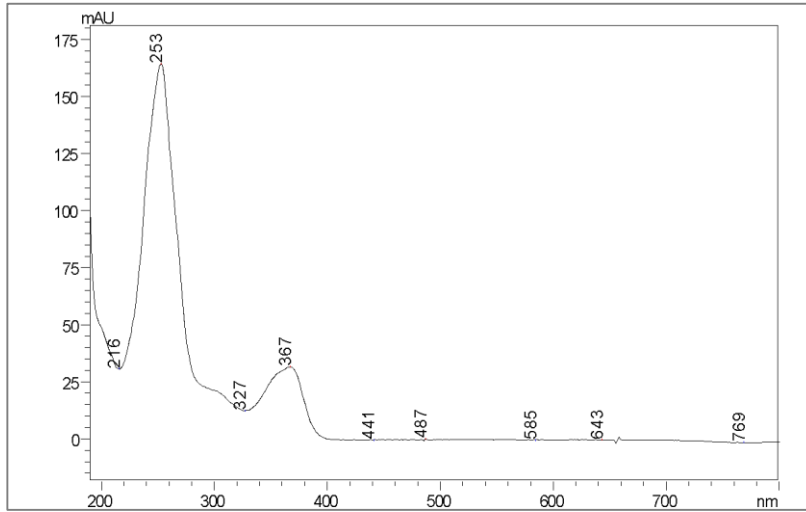
HPLC çalışma koşulları		
Sistem	: Shimadzu (Prominence serisi)	
Yazılım	: LCbsolution	
Kolon	: Novaselect (250 x4,6 mm, ID; 5 µm; C ₁₈)	
Kolon fırını	: CTO-10AS VP	
Kolon Sıcaklığı	: 25 °C	
Dedektör	: Photodiodearray (PDA)	
Dedeksiyon dalga boyları	: 254 ve 270 nm	
Pompa	: LC-20AD	
Akış Hızı	: 1 mL/dk	
Enjeksiyon Miktarı	: 20 µL	
Elusyon programı		
Süre (dk)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
0	93	7
6	93	7
82	62	38
90	40	60
95	93	7
Solvent A: %0,1'lik (v/v) fosforik asitli su		
Solvent B: Asetonitril		

Örneklerdeki fenolik bileşiklerin tanımlanması, bileşiklerin kolondaki alıkonma süresi, UV-spektrumlarının ilgili standart maddelere ait süre ve spektrumlarla (Şekil 3.4 ve 3.5) karşılaştırılması ve standart maddelerin kabuk ekstraktına ilave edilmesiyle yapılmıştır. Fenolik bileşiklere ait piklerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanması 190-370 nm aralığında bileşiklerin maksimum absorbans değeri verdiği dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Bileşiklerin miktarlarının tespit edilmesinde her bir bileşiğe ait HPLC kromatogramlarından elde edilmiş integre alanlar ve standart maddelerin ara stok

çözeltileri ile hazırlanmış kalibrasyon eğrilerinden (Gallik asit için $y = 59262x - 2095,8$ ($R^2 = 1$); ellajik asit için $y = 97267x + 77571$ ($R^2 = 0,99$)) yararlanılmıştır.



Şekil 3.4. Gallik asit spektrumu



Şekil 3.5. Ellajik asit spektrumu

3.2.7. *In-vitro* gastrointestinalsindirim (Biyoerişilebilirlik) tayini

In-vitro gastrointestinal sindirim yöntemi, ekstrakt örneklerinin fenolik bileşiklerinin biyoerişilebilirliğini değerlendirmek amacıyla, Minekusvd.'ne (2014) göre, gastrik ve intestinal sindirim olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Yöntem kısaca aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

Gastrik aşaması: 10 mL ekstrakt, 7,5 mL mide sıvısı (Çizelge 3.3), 1,6 mL stok pepsin çözeltisi (mide sıvısı ile hazırlanmış, 25000 U/mL; pepsinin aktivitesi 3200- 4500 U/mg protein), 5 µL 0,3 M CaCl₂, 0,2 mL 1M HCl (pH'yi 3'e ayarlamak için) ve 0,695 µL su ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımın enzim aktivitesi 2000 U/mL olmuştur. Karışım daha sonra 37°C'de çalkalamalı su banyosunda 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Ekstrakt dışında aynı kimyasallar kullanılarak aynı koşullar altında kör hazırlanmıştır.

Bağırsak aşaması: 10 mL gastrik kısım, 5,5 mL bağırsak sıvısı (Çizelge 3.3), 2,5 mL stok tripsin bazlı pankreatin çözeltisi (bağırsak sıvısı ile hazırlanmış, 800 U/mL; pankreatinin aktivitesi 100 USP U/mg protein), 1,25 mL 160 mM safra, 20 µl 0,3 M CaCl₂, 0,075 mL 1M NaOH (pH'yi 7'ye ayarlamak için) ve 0,655 mL su ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımın enzim aktivitesi 100 U/mL olmuştur. Karışım daha sonra 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Ekstrakt dışında aynı kimyasallar kullanılarak aynı koşullar altında kör hazırlanmıştır.

Son olarak, gastrik ve intestinal sindirim sonrası karışımlar 12000 x g' de 4°C'de 10 dk santrifüj edildikten sonra, Whatman No:1 ile filtre edilmiş ve TP ve AK analizleri için - 20°C'de muhafaza edilmiştir.

Her iki aşama için (mide ve bağırsak); fenolik bileşiklerin miktarı spektrofotometre ile belirlendikten sonra, bileşiklerin *Biyoerişilebilirliği (%)* aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$Biyoerişilebilirlik (\%) = (K_{sindirilmiş} / K_{sindirilmemiş}) \times 100 \quad (3.2)$$

$K_{sindirilmiş}$: Mide/bağırsak aşamasından sonraki konsantrasyon (mg)

$K_{sindirilmemiş}$: Sindirilmemiş örnekteki konsantrasyon (mg)

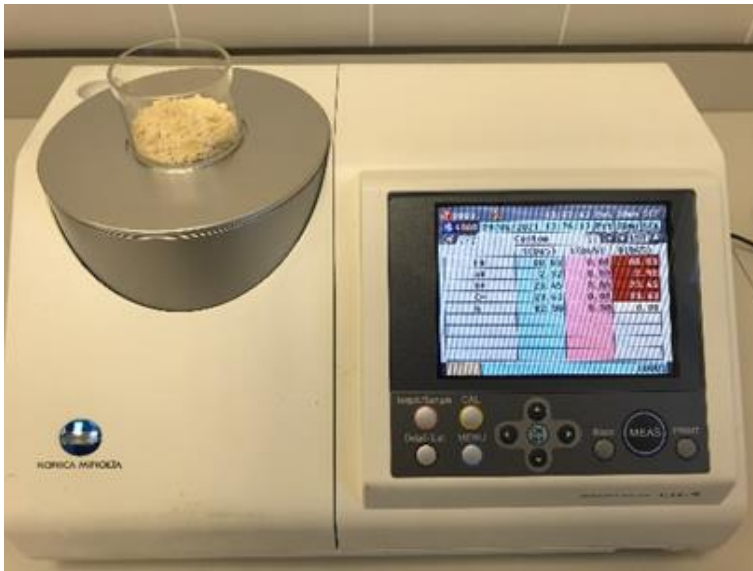
Çizelge 3.3. Sindirim sıvılarının hazırlanması*

Bileşen	Formül	Stok çözelti (mol/L)	Mide sıvısı (pH:3) Stoktan alınan miktar (mL)	Bağırsak sıvısı (pH:7) Stoktan alınan miktar (mL)
Potasyum klorür	KCl	0,5	6,9	6,8
Monopotasyum fosfat	KH ₂ PO ₄	0,5	0,9	0,8
Sodyum karbonat	NaHCO ₃	1	12,5	42,5
Sodyum klorür	NaCl	2	11,87	9,6
Magnezyum klorür heksahidrat	MgCl ₂ (H ₂ O) ₆	0,15	0,4	1,1
Amonyum karbonat	(NH ₄) ₂ CO ₃	0,5	0,5	-

*Tüm sindirim sıvıları distile su ile 400 mL'ye tamamlanmıştır.

3.2.8. Renk analizi

Renk analizi, renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. CIE Renk Değerlerinden (L^* , a^* , b^*) oluşan üçlü skalada $L^*=100$ beyaz, $L^*=0$ siyah; yüksek pozitif a^* kırmızı, yüksek negatif a^* yeşil; yüksek pozitif b^* sarı ve yüksek negatif b^* mavi olarak değerlendirilmektedir. Öğütülmüş eriştelerde petri kabı içinde renk analizi yapılmıştır. Şekil 3.6'da eriştelerin renk ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Erişte örneklerinde renk ölçümü

3.2.9. Pişirme testi

Kuru erişte su ile 1:10 (w/w) oranında, nişastadan kaynaklanan beyaz alan kalmayıncaya kadar pişirilmiş ve su altında hemen soğutulmuştur. Pişmiş erişte yüzeyindeki serbest su uzaklaştırıldıktan sonra tartılarak *Ağırlık artışı (%)* aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$Ağırlık artışı (\%) = [(A_{pişmiş} - A_{pişmemiş}) / A_{pişmemiş}] \times 100 \quad (3.3)$$

$A_{pişmiş}$: Pişmiş eriştinin ağırlığı (g),

$A_{pişmemiş}$: Pişmemiş eriştinin ağırlığı (g)

Piştirme sonrası erişte, pişmemiş eriştede olduğu gibi oda sıcaklığında %8-9 nem içeriğine kadar kurutularak buzdolabı koşullarında polietilen torba içerisinde analiz edilmek üzere muhafaza edilmiştir.

3.2.10. İstatistiksel analiz

İstatistik analizleri SPSS (SPSS statistics 23, IBM.2015) programı ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, 3 tekrarlı ölçümlerin ortalaması $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilere, tek yönlü ve iki yönlü ANOVA kullanılarak varyans analizleri uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1.Yer Fıstığı, Kestane ve Fındık Kabuğunun Bileşimi ve Polifenollerinin Biyoerişilebilirliği

4.1.1. Kabukların TP, TF ve AK içerikleri

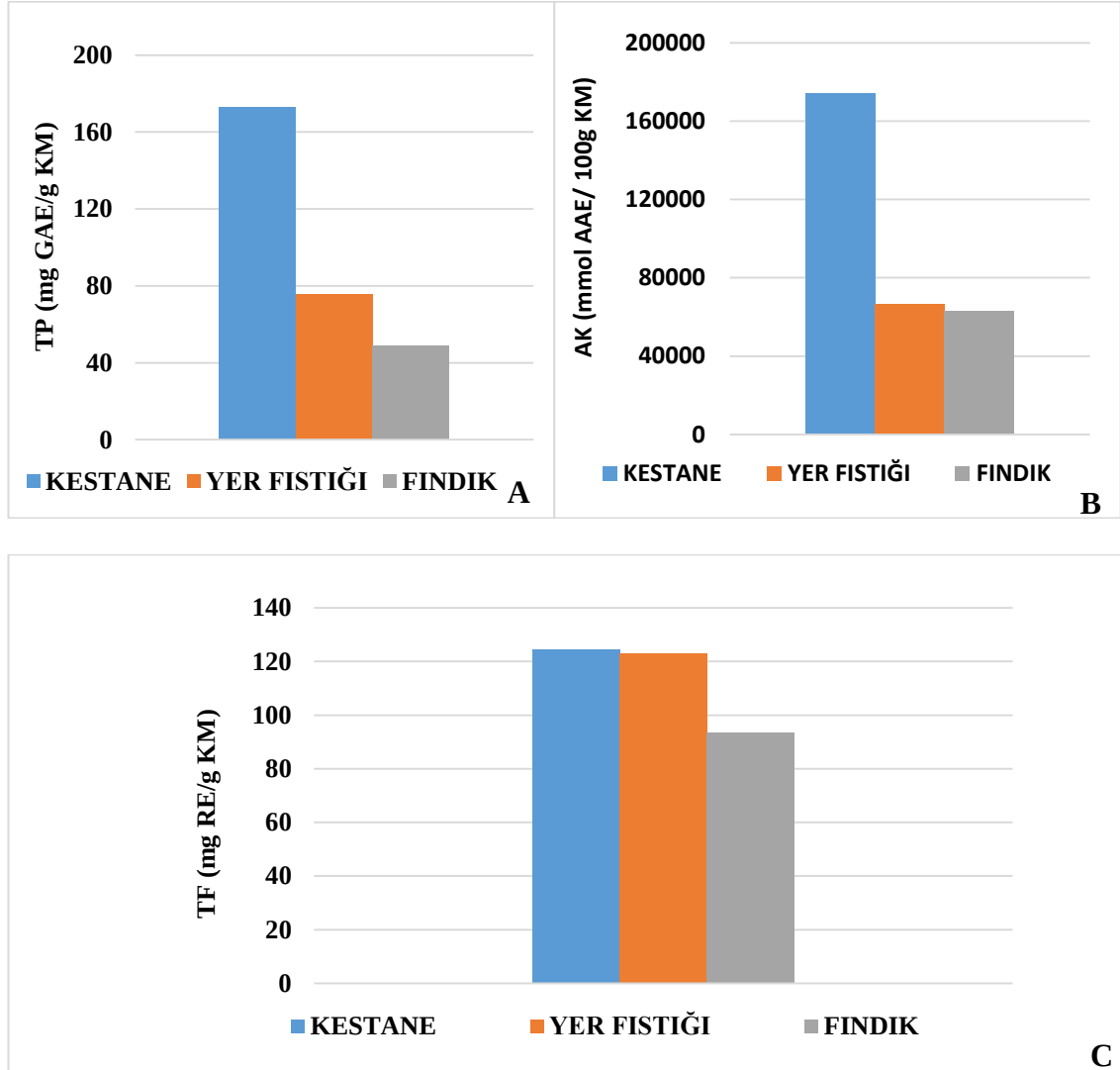
Kabuklara ait TP, TF ve AK içerikleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Kabukların TP içeriği, önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Kestane, yer fıstığı ve fındık kabuğunun su ekstraktında sırasıyla 172,67, 71,67 ve 49,00 mg GAE/g KM düzeyinde TP tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi en fazla TP içeriği, kestane kabuğunda tespit edilmiş olup, bu sonuçla uyumlu olarak, farklı çeşitte kestanelere ait kabuklarda yapılan bir çalışmada TP içeriği, iç zarda 212,82-337,33 mg GAE/g kuru ağırlık (KA) bulunurken en dış kabukta 3,62-5,95 mg GAE/g KA tespit edilmiştir (Vella vd., 2019). Diğer taraftan, Vella vd. (2018) ile Jung vd. (2016) kestane kabuğunda, bu çalışma sonucundan daha düşük sırasıyla 2,38-17,68 mg GAE/g KM ve 11,53-53,30 mg GAE/g KM düzeyinde TP bulmuştur. Bu çalışma ile fındık kabuğunda Stevigny vd.'nin (2007) fındık kabuğunda tespit ettiği TP den (9,18 mg GAE/g kabuk) daha fazla TP (49,00 mg GAE/g KM) saptanmıştır. Diğer taraftan, Zeppa vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı çeşitlere ait fındık zarında bu çalışmadan daha yüksek düzeyde (102,19 ile 195,76 mg GAE/g KA) TP saptanmıştır. Bu çalışma kapsamında yer fıstığı zarında, Win vd. (2011) tarafından bildirilen değerden (91,74 mg GAE/g) daha az TP (71,67 mg GAE/g KM) tespit edilmiştir. Her üç kabuk için de çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların, analiz yöntemi, ekstraksiyon koşulları ve meyve çeşitlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kabukların TP içeriği, daha önce diğer bitkisel atıklar üzerine yapılmış olan çalışmalar ile karşılaştırıldığında; örneğin, ay çekirdeği küspesinde 7,51-18,51 mg GAE/g KA (Zardo vd., 2019) ve patates kabuğunda en fazla 1,13 mg GAE/g KA (Amado vd., 2014) düzeyinde TP tespit edilmiştir. Gerek bu çalışmanın sonuçları gerekse literatür verileri, özellikle kestane kabuğu olmak üzere, yer fıstığı ve fındık kabuğunun da iyi bir polifenol kaynağı olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.1.Kestane, yer fıstığı ve fındık kabuklarının TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/ 100g KM) ve TF (mg RE/g KM) değerleri

Bileşen	Kestane	Yer fıstığı	Fındık
TP	172,67 ± 1,33 ^c	71,67 ± 1,32 ^b	49,00 ± 0,35 ^a
AK	174319,64 ± 978,57 ^b	66267,46 ± 404,69 ^a	62848,57 ± 1965,80 ^a
TF	124,63 ± 1,03 ^b	123,11 ± 0,32 ^b	93,52 ± 0,99 ^a

*: Aynı satırdaki küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.1.Kestane, yer fıstığı ve fındık kabuklarının TP (A), AK (B) ve TF (C) grafikleri

Kabukların AK, TP sonuçları ile uyumlu olarak benzer eğilim göstermiştir. En fazla AK kestane kabuğunda (174319,64 mmol AAE/ 100g KM) gözlenmiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada da bitkisel materyallerin TP içeriği ile AK arasında kuvvetli bir ilişki olduğu saptanmıştır (Lutz vd., 2015; Figueroa vd., 2016). Yer fıstığı ve fındık kabuğunun AK'leri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır.

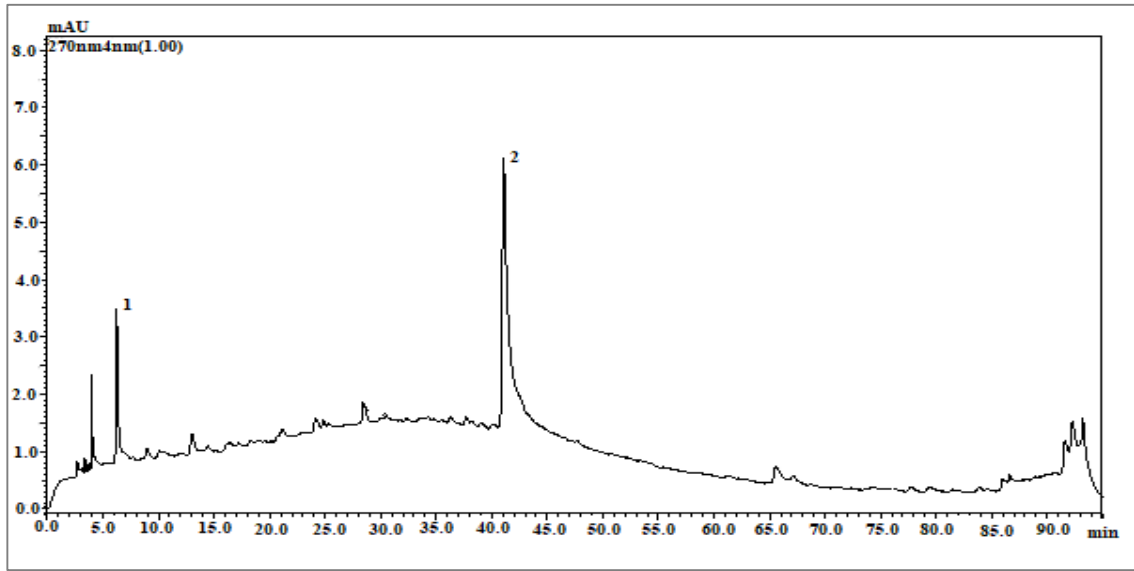
Ancak bu çalışma ile kabuk ekstraktlarında tespit edilen AK değerlerinin, literatür değerleriyle karşılaştırılması mümkün olamamıştır. Bu durum, çalışmalarda kullanılan aynı antioksidan yönteminin (DPPH) farklı uygulanmasından ve/veya sonuçların farklı birimler üzerinden ifade edilmesinden kaynaklanmıştır. Bitkisel atıklara ilişkin daha önce yapılan bazı çalışmalara göre; kestane kabuğunda 3,24 mmol TE /g ekstrakt (Vázquez vd., 2012), enginar atıklarında 2077- 5214 µmol TE/kg taze ağırlık (Punzi vd., 2014) ve fındık zarında 309- 1375 µmol TE/g zar (Taş & Gökmen, 2015) ve 854,47- 1004,98 µM TE/g KA (Bertolino vd., 2015) AK tespit edilmiştir. Buna rağmen kestane kabuğunun AK'sinin oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, kabukların TF içeriği TP ve AK'ye göre farklı bir eğilim göstermiştir. Kestane ve fıstık kabuğunun aynı düzeyde TF içerdiği (sırasıyla, 124,63 ve 123,11 mg RE/g KM), fındık kabuğunun ise daha düşük miktarda TF içerdiği (93,52 mg RE/g KM) tespit edilmiştir. Diğer taraftan, kestane kabuğunda TP içeriğine göre daha düşük düzeyde TF tespit edilirken, yer fıstığı ve fındık kabuğunun TP miktarından daha fazla TF içerdiği gözlenmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda, kestane kabuğunda kateşin eşdeğeri olarak 47,41-166,28 mg/g zar ekstraktı (Ham vd., 2015) ve kuersetin eşdeğeri olarak 12,28 mg/100 g zar ekstraktı (N. K. Lee vd., 2016) ve yer fıstığı kabuğunda kuersetin eşdeğeri olarak 12,4-36,22 mg KE/g ekstrakt (Larrauri vd., 2016) düzeyinde TF tespit edilmiştir. Ancak, araştırmacıların buldukları sonuçların farklı standart madde kullanılarak ve farklı birimler üzerinden ifade edilmiş olması nedeniyle, bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla karşılaştırma yapılamamıştır.

4.1.2. HPLC ile kabuk ekstraktlarının fenolik bileşiklerinin belirlenmesi

Kabukların bireysel fenolik bileşiklerini belirlemek amacıyla HPLC analizi gerçekleştirilmiş olup, analiz sonucunda kestane ve fındık kabuğunda sadece, önemli fenolik asitlerden olan ellajik ve gallik asit tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Her iki kabukta, daha önceki bazı çalışmalarda (Fernández-Agulló vd., 2014; Sorice vd., 2016; Cerulli vd., 2020) tespit edilen kafeik asit, rutin, kuersetin, luteolin, apigenin ve galangin fenolik bileşikler ise saptanamamıştır. Yer fıstığı kabuğunda ise söz konusu fenolik bileşiklerin hiçbiri tespit edilememiştir. Kestane kabuğunun her iki fenolik asidi de fındık kabuğuna göre daha fazla içerdiği gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Gallik asit, ellajik aside göre kestane kabuğunda 2,64 kat, fındık kabuğunda ise 5,37 kat daha fazla

tespit edilmiştir. Bu sonuç ile uyumlu olarak, kestane kabuğu ekstraktında (Cacciola vd., 2019; Sorice vd., 2016) ve fındık zarında (Shahidi vd., 2007) fenolik asitlerden en fazla gallik asidin tespit edildiği bildirilmiştir. Diğer taraftan, Jung vd. (2016) ve Aires vd. (2016) kestane kabuğunda en fazla ellajik asidin bulunduğunu belirtmişlerdir. Her iki bileşik de antioksidan aktivitesi yüksek fenolik bileşikler olup, bunlardan gallik asidin, vücuda alındığında diğer polifenollere göre daha iyi absorbe olduğu belirtilmektedir (Vella vd., 2019). Gallik asidin bir türevi olan ellajik asidin antioksidan özelliğin yanı sıra antimutajenik, antiviral, antibakteriyel ve antikarsinojenik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Jung vd., 2016; Vekiari vd., 2008).



Şekil 4.2. Kestane kabuğu ekstraktına ait kromatogram (1: gallik asit; 2: ellajik asit)

Çizelge 4.2. Kestane ve fındık kabuklarının fenolik bileşikleri (mg /g KM)

Bileşik	Kestane	Fındık
Ellajik asit	12,70 ± 1,23	3,80 ± 0,10
Gallik asit	33,55 ± 1,48	20,39 ± 0,52

4.1.3. *İn-vitro* sindirimin yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun TP, AK ve TP biyoerişilebilirliği üzerine etkisi

Biyoerişilebilirlik, gıdanın sindirilmesi ile alınan bileşiğin, metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanılan veya depolanan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, biyoerişilebilirlik gıdada bulunan bileşiğin sindirim sisteminde emilen

miktardır. Emilim süreci, besin ögesinin epitel hücreleri tarafından ince bağırsak lümeninden çekilmesi, besin ögesinin transferi ve diğer doku ve organlara taşınmasını içermektedir (House, 1999). Biyoerişilebilirlik, gıdanın fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi, gıda bileşenlerinin birbirleriyle etkileşimi, işleme koşulları ve depolama sırasında oluşan reaksiyonlar gibi birçok nedene bağlı olarak değişmektedir (Sandström, 2001).

Yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun *in-vitro* sindirim sonrası TP, AK ve TP biyoerişilebilirliği Çizelge 4.3'te gösterilmektedir. Her üç kabuk ekstraktının da TP miktarı ve AK düzeyi, sindirim sonrasında benzer bir eğilim göstermiş olup, her ikisi de başlangıç (sindirim öncesi) değerlerine göre, önemli düzeyde azalmıştır ($p<0,05$). TP ve AK değerlerinde en fazla düşüş, intestinal aşamada tespit edilmiştir. Kabukların sindirim sonrası TP ve AK içeriği kabuk çeşidine göre önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.3). Gastrik ve intestinal aşama sonrasında en fazla TP ve AK kestane kabuğunda gözlenmiştir. TP ve dolayısıyla AK'nin, gastrointestinal sindirim sonrasında azalması, daha önce farklı gıdalarla yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur. Bouayed vd. (2012), ortalama 44,42 mg/ 100 g taze ağırlık düzeyinde TP içeren dört farklı elma çeşidinin gastrik aşama sonrası TP içeriğinin 35,95 mg/ 100 g taze ağırlığa, pankreatik aşama sonrası ise 21,84 mg/ 100 g taze ağırlığa düştüğünü belirtmiştir. Benzer şekilde, on farklı ceviz çeşidinin TP ve AK değerleri *in-vitro* sindirim sonrasında, başlangıç değerlerine göre sırasıyla ortalama %74,1 ve %77 oranında azalmıştır (Figueroa vd., 2016). Ancak, bu sonuçlardan farklı olarak, Wang vd. (2017), *in-vitro* sindirimin üzüm posasının TP ve AK üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, gastrik aşama sonrasında, TP ve AK'nin sindirim öncesi değerlerine göre değişmediğini, intestinal aşama sonrasında ise azaldığını bildirmiştir. Nar ürünleri ve atıkları ile yapılan bir çalışmanın sonucuna göre de başlangıç TP ve AK değerleri *in-vitro* sindirim sonrasında, araştırmada kullanılan materyale ve ekstraksiyon çözeltisine göre farklı eğilimler göstermiştir. Her iki aşama sonunda TP miktarlarında hem azalma hem artış görülürken, AK değerlerinde, gastrik aşama sonunda azalma, intestinal aşama sonunda ise artış gözlenmiştir (Fawole&Opara, 2016). Sonuçlar arasındaki bu farklılıkların, materyallerdeki polifenollerin stabilitelerinin ve *in-vitro* sindirim koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Polifenollerin antioksidan aktivite gösterebilmesi için biyolojik olarak kullanılabilir olması gerekir (Manach vd., 2005). Bu çalışmada, sindirim sonrası, kabuk polifenollerinin biyoerişilebilirliği, kabuk çeşidine göre önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.3). Polifenollerin biyoerişilebilirliği gastrik ve intestinal aşamada, sırasıyla, %42,89-69,82 ve %25,47-46,62 olarak belirlenmiştir. TP biyoerişilebilirliğinin intestinal aşamada, gastrik aşamaya göre daha düşük olması, intestinal sindirim sırasındaki alkali ortamdan dolayı, polifenollerin stabilitesinin daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmektedir (Fawole&Opara, 2016). En fazla TP biyoerişilebilirliği, her iki aşama sonrasında da yer fıstığı kabuğunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun TP (mg GAE/g KM), AK (mmol AAE/ 100g KM) ve TP biyoerişilebilirliği (%)

	Kabuk Çeşidi	Sindirim aşaması		
		Başlangıç	Gastrik	İntestinal
TP	Yer fıstığı	71,67 ± 1,32 ^{Bc*}	50,00 ± 0,59 ^{Bb}	33,41 ± 0,73 ^{Ba}
	Kestane	172,67 ± 1,33 ^{Cc}	86,25 ± 1,04 ^{Cb}	43,97 ± 0,62 ^{Ca}
	Fındık	49,00 ± 0,35 ^{Ac}	21,02 ± 0,47 ^{Aa}	14,29 ± 0,18 ^{Ab}
TP biyoerişilebilirliği	Yer fıstığı	100,00 ± 0,00 ^c	69,82 ± 1,62 ^{Cb}	46,62 ± 0,85 ^{Ca}
	Kestane	100,00 ± 0,00 ^c	49,95 ± 0,27 ^{Bb}	25,47 ± 0,33 ^{Aa}
	Fındık	100,00 ± 0,00 ^c	42,89 ± 0,69 ^{Ab}	29,17 ± 0,25 ^{Ba}
AK	Yer fıstığı	66267,46 ± 404,69 ^{Ac}	36276,52 ± 463,26 ^{Bb}	25940,40 ± 1453,22 ^{Ba}
	Kestane	174319,64 ± 978,57 ^{Bc}	52385,15 ± 157,53 ^{Cb}	29856,46 ± 445,31 ^{Ca}
	Fındık	62848,57 ± 1965,80 ^{Ac}	21449,68 ± 633,88 ^{Ab}	14807,42 ± 129,64 ^{Aa}

*: Aynı sütundaki büyük harflerle gösterilen ortalamalar ile aynı satırdaki küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

4.2. Kestane Kabuğu Ekstraktı İlavesinin Eriştenin TP, TF ve AK Üzerine Etkisi

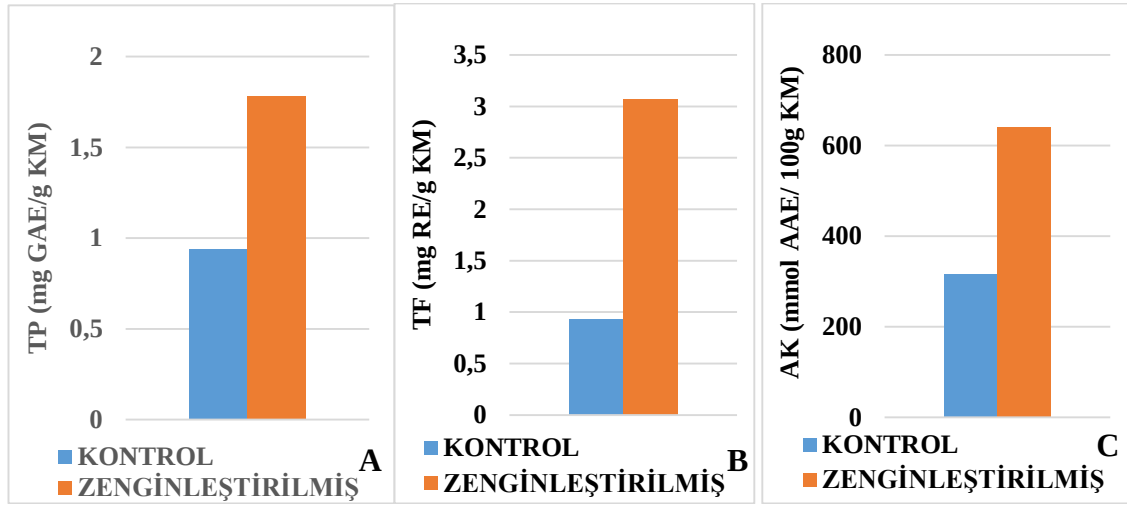
Zenginleştirilmiş erişte elde etmek amacıyla, en fazla fenolik madde ve AK'ye sahip olması nedeniyle kestane kabuğu ekstraktı, dondurarak kurutulmuş ve erişte hamuruna ilave edilmiştir. Eriştede yapılan analiz sonucuna göre, ekstrakt ilavesi beklenildiği gibi eriştenin TP içeriğini ve AK'sini önemli ölçüde etkilemiş olup ($p<0,05$) (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3), kontrol erişteye göre bu değerler sırasıyla %80,51 ve %72,36 oranında artmıştır.

Çizelge 4.4. Eriştelerin TP (mg GAE/g KM), TF (mg RE/g KM) ve AK (mmol AAE/ 100g KM) içerikleri

Erişte eşidi	Pişirme	TP	TF	AK
Kontrol	Pişmemiş	0,94 ± 0,03 ^{c*}	0,93 ± 0,12 ^a	316,62 ± 7,41 ^b
	Pişmiş	0,26 ± 0,01 ^a	te ^{**}	74,11 ± 2,86 ^a
Zenginleştirilmiş	Pişmemiş	1,78 ± 0,03 ^d	3,07 ± 0,12 ^b	641,67 ± 13,53 ^c
	Pişmiş	0,47 ± 0,01 ^b	0,84 ± 0,12 ^a	303,23 ± 14,93 ^b

*: Aynı sutundaki kk harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0,05).

** : Tespit edilemedi.



şekil 4.3. Kontrol erişte ve zenginleştirilmiş erişte için TP (A) ve TF (B) miktarları ile AK (C) grafikleri

Sant'Anna vd. (2014), 25g/kg üzüm kabuğu ilave edilmiş makarnanın TP içeriğini ve AK'sini sırasıyla 104,00 mg GAE/ 100 g ve 336,00mmol TE/ 100 g olarak bulmuştur. Bu çalışmanın sonucuyla uyumlu olarak, kontrol makarnaya (sırasıyla 69,50 mg GAE/ 100 g ve 100,00 mmol TE/ 100 g) göre, üzüm kabuğu ilaveli makarnanın TP içeriğinde %49,00 ve AK'sinde %236,00oranında artış gözlenmiştir. Mildner-Szkudlarz vd. (2012), %10 oranında üzüm posası ilave ederek ürettikleri biskvilde, TP ve AK değerlerini sırasıyla 2,11 mg GAE/g ve 3,90 mmol TE/g KM olarak bulmuştur. Kontrol biskviye (sırasıyla 0,85 mg GAE/g KM ve 1,27 mmol TE/g KM) göre, üzüm posası katkılı bisküvinin TP içeriğinde ve AK'sinde, sırasıyla %148,24 ve %207,90 oranında artış görülmesi bu çalışmanın sonucuyla uyum sağlamıştır. Kamble vd. (2019), %50 oranında soya fasulyesi küspesi ile zenginleştirilmiş makarnanın TP'sinin (232,90 mg

GAE/ 100 g) kontrol makarnanın TP'sine (158,37 mg GAE/ 100 g) göre önemli ölçüde arttığını tespit etmiştir. Soya fasulyesi küspesi ile zenginleştirilmiş makarnanın AK değeri ise kontrol makarnaya göre %417,11 oranında artmıştır. Benzer şekilde, zenginleştirilmiş kraker üretimi üzerine yapılan bir çalışmada (Işık & Topkaya, 2016) ise domates salçası üretim atığı olan domates çekirdeği krakere %2-6 oranlarında ilave edilmiştir. Araştırmacılar, kontrol krakere göre domates çekirdeği ilaveli krakerin TP içerikleri ile AK değerlerinde bu çalışmanın sonucu ile uyumlu olarak önemli artış saptamıştır. Portakal kabuğu ilavesi (%7 oranında) ile edilen bisküvide tespit edilen TP ve AK değerlerinin (sırasıyla, 889,00 µg GAE/g ve 606,40 µg TE/g) kontrol örneğine göre (sırasıyla, 447,00µg GAE/g ve 250,30 µg TE/g) artış göstermesi, bu araştırmanın sonucu ile benzerlik göstermiştir (Can, 2015).

Eriştenin kestane kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilmesi sonucu TP ve AK'de görülen artış, benzer unlu mamullerden karpuz kabuğu ilaveli erişte (Chakrabarty vd., 2020), portakal posası ilaveli makarna (Crizel vd., 2015), nar kabuğu ekstraktı ilaveli erişte (Kazemi vd., 2017), enginar atığı ekstraktı ilaveli taze erişte (Pasqualone vd., 2017), moringa filizi ilaveli makarna (Coello vd., 2021), mango kabuğu ilaveli bisküvi (Ajila vd., 2008), üzüm çekirdeği ilaveli kek (Bekar, 2014), nar kabuğu ilaveli kurabiye (Ismail vd., 2014) ve limon kabuğu ve limon posası ilaveli bisküvi (Imeneo vd., 2021) üzerine yapılan diğer çalışmalarda da gözlenmiştir.

Görüldüğü üzere, bu çalışma kapsamında eriştelerde tespit edilen TP değerleri, literatürdeki benzer unlu mamüllerin TP değerleriyle benzerlik göstermiştir. Ancak çalışmalarda kullanılan aynı antioksidan yönteminin (DPPH) farklı uygulanması ve sonuçların farklı birimler üzerinden ifade edilmesi, AK değerleri için sağlıklı bir karşılaştırma yapılmasını zorlaştırmıştır. Diğer taraftan, araştırmacıların, bu çalışmaya göre TP içeriğinde ve AK'de farklı oranlarda artış tespit etmesinin, ilave edilen bitkisel materyallerin miktarı, içerdikleri fenolik maddelerin çeşidi ve stabilitesi ve gıdaların üretim koşullarının (yoğurma, inceltme, kurutma, pişirme vb.) farklı olması gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4'e göre erişte hamuruna kestane kabuğu ekstraktı ilave edilmesi, kontrol erişteye göre zenginleştirilmiş eriştenin TF içeriğini, TP içeriğinde olduğu gibi oldukça

fazla (%230,11) artırmıştır. Bu sonuçla uyumlu olarak, Mir vd., (2017) pirinç unundan yaptıkları krakerin bileşimine elma posası ilave ederek, krakerin TF içeriğinde artış saptamıştır. AhmedveAbozed'in (2015), %5 oranında *Hibiscus sabdariffa* bitkisini kraker reçetesine ekleyerek yaptıkları çalışmada, zenginleştirilmiş krakerin TF içeriğinin (104,63 mg/g), kontrol krakere göre (49,36 mg/g) arttığını tespit etmesi, bu çalışmanın sonucuyla uyum sağlamıştır. Benzer sonuç, çimlendirilmiş mercimek özütü ilavesiyle elde edilen krakerlerde de gözlenmiştir (Polat vd., 2020).

Piştirme işlemi, eriştelerin TP ve TF içerikleri ile AK'sinde önemli oranda azalmaya sebep olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.4). Kontrol eriştenin TP, TF ve AK'si sırasıyla %73,19, 100 ve 78,25 oranında, zenginleştirilmiş eriştenin TP, TF ve AK'si ise sırasıyla %73,59, 72,63 ve 48,30 oranında azalma göstermiştir. Bu durum fenolik bileşiklerin piştirme sırasında parçalanması (Crozier vd., 1997; Hirawan vd., 2010; Pinto vd., 2017; Sant'Anna vd., 2014) ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, bazı fenolik bileşiklerin piştirme suyuna geçerek uzaklaşmasının da bu azalmaya neden olabileceği düşünülmektedir.

4.3. *İn-vitro* Sindirimin Pişmemiş Eriştelerin TP, AK ve TP Biyoerişilebilirliği Üzerine Etkisi

İn-vitro sindirim, erişe örneklerinin TP içeriğini ve AK'sini önemli ölçüde etkilemiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4). Kontrol ve zenginleştirilmiş erişe örneklerinin TP içeriği, sindirim sonrasında başlangıç (sindirim öncesi) değerine göre gastrik aşamada daha az olmak üzere özellikle, ortam pH'sinin yüksek olduğu intestinal aşamada, önemli oranda azalarak ($p<0,05$), kabuk ekstraktının TP'sindeki değişime benzer bir eğilim göstermiştir. Zaten, polifenollerin, pH değişikliği, ışık ve ısı gibi çevresel faktörlere duyarlı olup, sindirim enzimleri ile kolaylıkla parçalandığı belirtilmektedir (J. Pinto vd., 2017). Benzer şekilde, kestane kabuğu ekstraktı ile krakerin zenginleştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, kontrol ve ekstrakt ilaveli krakerin TP biyoerişilebilirliği, bu çalışmayla uyumlu olarak, intestinal faza doğru azalma eğilimi göstermiştir (Türkmen Erol &Ünalan, 2021). Ancak, bu çalışmadan elde edilen sonuçtan farklı olarak, Lafarga vd. (2019), brokoli sapı ile zenginleştirdikleri krakerin TP miktarının *in-vitro* sindirim sonrası gastrik ve intestinal aşamada arttığını tespit etmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılığın sebebi, ilave edilen bitkisel materyallerin

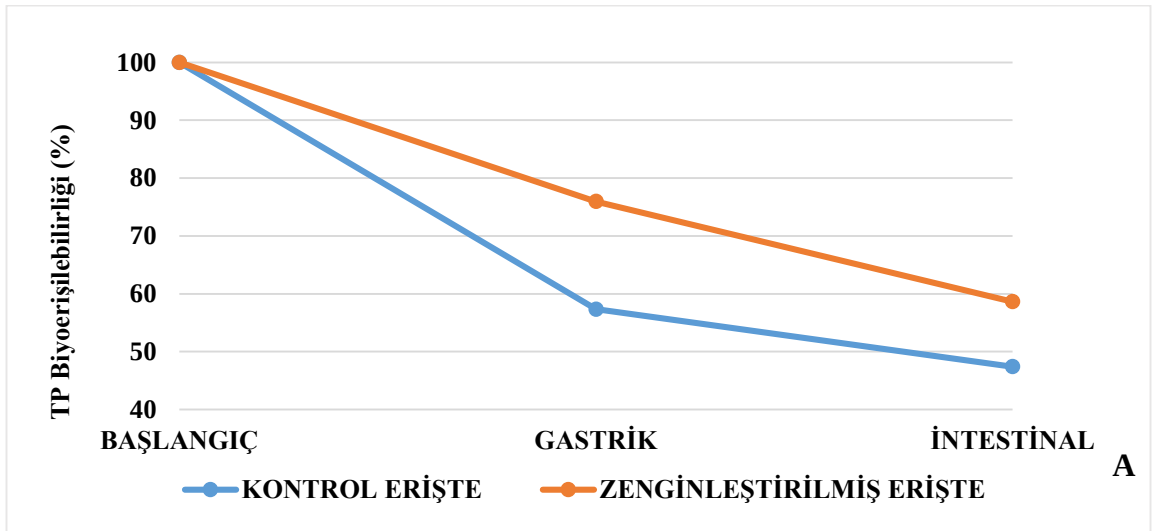
içerdiği fenolik maddelerin çeşidi ve uygulanan *in-vitro* sindirim yönteminin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir.

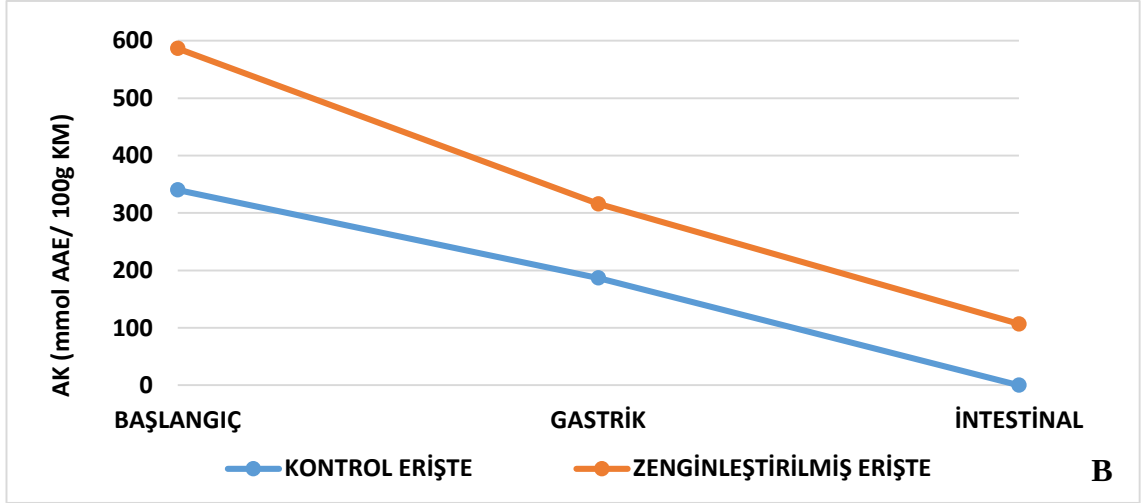
Çizelge 4.5. *In-vitro* sindirim sonrası eriştelerin TP (mg GAE/g KM), TP biyoerişilebilirliği (%) ve AK (mmol AAE/ 100g KM)

	Erişte çeşidi	Sindirim aşaması		
		Başlangıç	Gastrik	İntestinal
TP	Kontrol	0,97 ± 0,02 ^c	0,56 ± 0,01 ^b	0,46 ± 0,02 ^a
	Zenginleştirilmiş	1,78 ± 0,01 ^c	1,35 ± 0,03 ^b	1,04 ± 0,06 ^a
TP biyoerişilebilirliği	Kontrol	100,00 ± 0,00 ^c	57,32 ± 0,72 ^b	47,40 ± 1,86 ^a
	Zenginleştirilmiş	100,00 ± 0,00 ^c	75,95 ± 0,02 ^b	58,64 ± 0,02 ^a
AK	Kontrol	340,34 ± 17,32 ^b	186,77 ± 6,67 ^a	te ^{**}
	Zenginleştirilmiş	586,6 ± 36,84 ^c	316,03 ± 11,79 ^b	106,99 ± 0,81 ^a

*: Aynı satırdaki küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.05).

**: Tespit edilemedi.





Şekil 4.4. Kontrol ve zenginleştirilmiş erişteler için TP biyoerişilebilirliği (A) ve AK'nin (B), karşılaştırılması

Diğer taraftan, eriştinin yapısında bulunan polifenollerin biyoerişilebilirliğinin, kestane kabuğu polifenollerinin biyoerişilebilirliğine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun, erişte polifenollerinin, proteinlere bağlanarak sindirim sırasında stabilitelerinin artmasından (Xiong vd., 2020) kaynaklandığı düşünülmektedir. Zenginleştirilmiş eriştinin polifenollerinin biyoerişilebilirliği kontrol erişteye göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu durum, kabuktan gelen polifenollerin cinsinin ve stabilitesinin, eriştinin doğal yapısındaki polifenollere göre farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Lucas-González vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Trabzon hurması ile %3 ve %6 oranlarında zenginleştirilen makarnanın *in-vitro* sindirim sonrası TP miktarının bağırsak fazından sonra, kontrol makarnaya göre sırasıyla yaklaşık 2 ve 3 kat daha yüksek tespit edilmesi bu çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermektedir. Vitali vd.'nin (2009) yaptığı çalışmaya göre, soya unu, keçiyoynuzu unu, elma lifi ve yulaf lifi katkısıyla üretilen bisküvilerden sadece yulaf lifi eklenen bisküvilerin fenolik maddelerinin biyoalınabilirliğinin kontrole göre azalması bu çalışmanın sonucu ile kısmen uyum sağlamıştır.

İn-vitro sindirim sonrasında, kontrol eriştinin AK'si, önemli oranda azalma eğilimi göstermiştir ($p<0,05$) öyle ki intestinal aşama sonrasında AK tespit edilememiştir. Zenginleştirilmiş eriştinin AK'si ise, gastrik aşamada daha az olmak üzere özellikle, intestinal aşamada, önemli oranda azalmıştır ($p<0,05$). Eriştelerin AK'sinde görülen bu

azalma, aynı örneklerin TP'sinde görülen azalma ile paralellik göstermiştir. Lucas-González vd.'ye (2021) göre, Trabzon hurması ile zenginleştirilmiş makarnanın antioksidan aktivitesinin, gastrointestinal sindirim sırasında kademeli olarak azalması ve en düşük değerin bağırsak fazından sonra elde edilmesi bu çalışmanın sonuçlarıyla uyum sağlamıştır. Benzer şekilde, Türkmen Erol ve Ünalın (2021) tarafından yapılan çalışmada kestane kabuğu ekstraktı ilaveli krakerin AK'si, *in-vitro* sindirim sonrası hem gastrik hem intestinal aşamada azalma tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Lafarga vd. (2019), brokoli sapı ile zenginleştirdikleri krakerin antioksidan kapasitesinin gastrik fazda artarken, intestinal fazda azaldığını ortaya koymuştur. Araştırmacıların bulduğu sonuç, bu çalışmanın sonucuyla kısmen benzerlik göstermiştir.

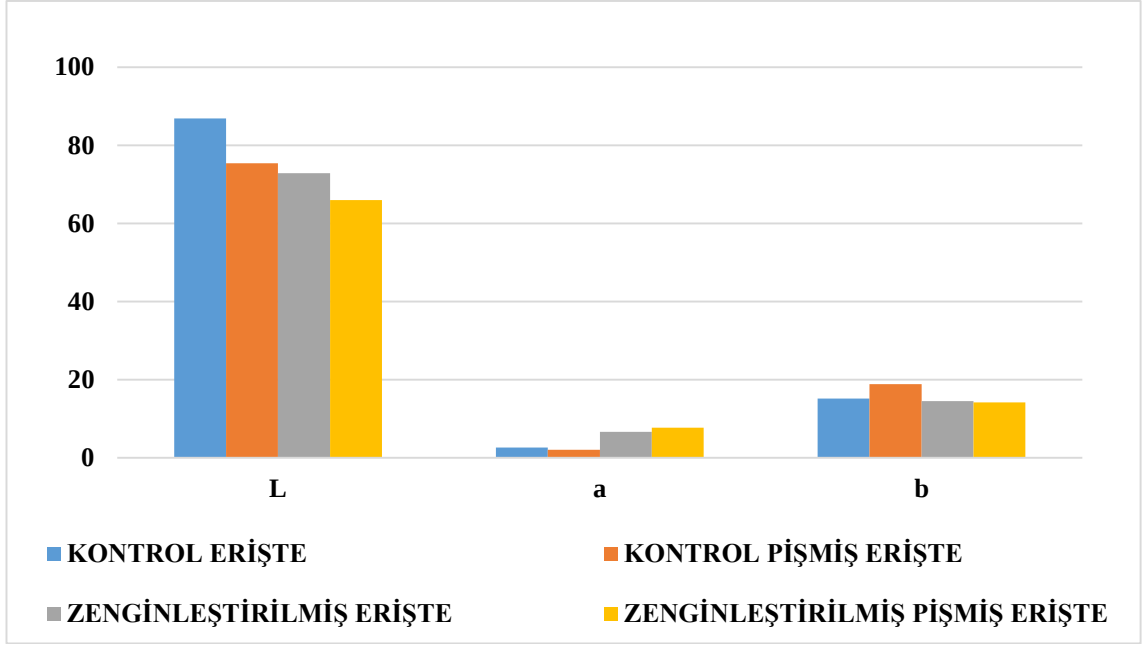
4.4. Kestane Kabuğu Ekstraktı İlavesinin Eriştenin Rengi Üzerine Etkisi

L , a ve b değerleri üç boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L değeri dikey ekseninde parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken; $+a$ kırmızılığa, $-a$ yeşillığe, $+b$ sarılığa, $-b$ ise maviliğe gidişi göstermektedir. Genel olarak, yüksek a (kırmızı) ve b (sarı) değerleri rengin daha parlak olduğunu göstermektedir (Fischer vd., 2013). L değeri açıklık-koyuluk ölçüsünü gösteren bir renk parametresidir. Çalışma kapsamında, kestane kabuğu ekstraktı ilavesinin eriştenin renginde meydana getirdiği değişimi belirlemek amacıyla L , a ve b değerleri kolorimetre ile hesaplanmıştır. Eriştelerin renk analizi sonucu elde edilen L , a ve b değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.6. Eriştelerin L , a ve b değerleri

Erişte çeşidi	Piştirme	L	a	b
Kontrol	Pişmemiş	86,87±0,28 ^{d*}	2,59±0,78 ^b	15,18±0,48 ^a
	Pişmiş	75,40±0,39 ^c	2,08±0,22 ^a	18,82±0,34 ^b
Zenginleştirilmiş	Pişmemiş	72,84±0,54 ^b	6,61±0,18 ^c	14,48±0,21 ^a
	Pişmiş	65,94±0,34 ^a	7,74±0,07 ^d	14,14±0,11 ^a

*: Aynı sütundaki küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Kontrol erişte ve zenginleştirilmiş eriştenin renk kıyaslaması

Kestane kabuğu ekstraktı ilavesi, pişirme işleminden bağımsız olarak, eriştenin *L* değerini kontrol erişteye göre önemli oranda azaltırken *a* değerini artırmıştır ($p < 0,05$) (Çizelge 4.6). Ancak ekstrakt ilavesi, pişmemiş eriştenin *b* değerini etkilememiş ($p > 0,05$) olup, pişmiş erişte için bu değer azalmasına ($p < 0,05$) neden olmuştur. Benzer sonuç, daha önce farklı unlu mamuller üzerine yapılan diğer çalışmalarda da gözlenmiştir. Farklı bitkisel materyallerle zenginleştirilen eriştelerden, keçiyoynuzu unu (Altınar, 2021), ham muz (Ritthiruangdej vd., 2011) ve kestane unu (Mete, 2016) ilaveli erişte üretiminde de bu çalışmada olduğu gibi *L* ve *b* değerlerinde azalma, *a* değerinde ise artma tespit edilmiştir. Chompreeda vd. (1987), kontrol pişmiş erişte örneğinin *L* değerinin, yer fıstığı unu ilaveli pişirilmiş eriştelerin *L* değerinden önemli ölçüde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Işık ve Topkaya (2016), domates çekirdeği ilave edilen krakerin rengini kontrol krakerin rengi ile karşılaştırdığında, bu çalışmanın sonucu ile uyumlu olarak *L* değerini önemli derecede düşük, *a* değerini yüksek ve *b* değerinin değişmediğini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Michałowska vd. (2016), yeşil çay yaprağı ilaveli kurabiye üretiminde *L* değerinin azaldığını tespit etmiştir. Yine bu çalışma ile benzer olarak, Muthurajan vd. (2021), patates kabuğu ile hazırlanan eriştelerin *L* değerinde kontrol erişteye göre azalma *a* değerinde ise kontrol erişteye göre artış tespit etmiştir. Altınar (2015) tarafından yapılan çalışmada, *Scolymus hispanicus* L. bitkisinin kök kısımları ilave edilerek kraker üretimi gerçekleştirilmiş ve sonuçta,

kontrol krakere göre L değerinde azalma, a ve b değerlerinde ise artma saptanmıştır. Bu çalışma ile kıyaslandığında L ve a değeri benzer eğilimi gösterirken, sarı rengi ifade eden b değeri, ilave edilen bitkisel materyalin rengiyle ilişkili olarak, ters bir eğilim göstermiştir. Savlak vd.'nin (2020), atık enginar yaprağının fonksiyonel kraker üretiminde kullanımı üzerine yaptığı çalışmada, enginar yaprağının, L , a ve b değerlerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. L değerinde görülen değişim bu çalışmayla uyum gösterirken, a ve b değerlerinde bu çalışmadan farklı şekilde saptanan eğilimin, enginar yaprağı ve kestane kabuğu ekstraktının rengindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Benzer sonuçlar, mango kabuğu (Ajila vd., 2008), incir tohumu (Bölek, 2020), turunçgil kabukları (Demirel & Demir, 2018), kahve çekirdeği zarı (Göçmen vd., 2019), kestane unu (İnkaya, 2008) ve limon kabuğu ve limon posası (Imeneo vd., 2021) kullanılarak elde edilen bisküvilerde de tespit edilmiştir.

Pişirme işleminin etkisi açısından renk değerleri incelendiğinde; pişirme işlemi kontrol ve zenginleştirilmiş eriştelerin L değerinde önemli oranda azalmaya neden olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.6). Ancak a ve b değerleri açısından, pişirme sonrası her iki erişte farklı eğilim göstermiştir. Kontrol eriştenin pişirme sonrasında a değeri azalırken ($p<0,05$) b değeri artmıştır ($p<0,05$). Ekstrakt ilaveli eriştenin ise a değeri önemli oranda artarken ($p<0,05$), b değeri değişmemiştir ($p>0,05$). Bu farklı eğilimin sebebinin, ekstrakt ilaveli eriştenin suda pişirilmesi sırasında, kabuktan gelen fenolik bileşiklerin yapısında meydana gelen değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Eyidemiir'in (2006), kayısı çekirdeği unu ilaveli erişte ve kontrol eriştede pişirme işlemi sonucunda L , a ve b değerlerinde azalma tespit etmesi, bu çalışmanın sonucu ile kısmen uyum sağlamıştır. Cumhuri (2021), tarafından yapılan çalışmada yeşil fasulye tozu, domates tozu ve bamya tohumu tozu ile zenginleştirilmiş eriştelerin 100°C 'de pişirilmesinin L ve b değerlerinde azalmaya, a değerlerinde ise artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı, bu çalışmanın sonucu ile benzer olarak, kontrol eriştede farklı bir eğilim gözlemlemiş olup, L değerlerinin azaldığını a ve b değerlerinin ise arttığını belirtmiştir. Pişirme işlemi sırasında sıcaklık artışı ile ürünlerde Maillard reaksiyonunun oluşması, pişmiş üründe kahverengileşmeye neden olmakta ve L değerinde düşüş görülmektedir. Ayrıca sıcaklık artışı ile bazı renk pigmentlerinin

parçalanması da kararmaya sebep olmakta ve pişmiş ürünün renk değerlerini etkilemektedir (Altan vd., 2008).

4.5. Eriştelerin Pişirme Testi Sonuçları

Erişte ve makarnalarda pişirme kalitesinin belirlenmesinde ağırlık artışı, hacim artışı ve suya geçen madde miktarı gibi analizler bu ürünlerin kalite yönünden değerlendirilmesinde önemli kriterlerdendir (Köten vd., 2014). Pişirme işlemi sırasında, eriştelerin kütle ve hacim artışının yüksek olması beklenmektedir. Zayıf su bağlama kapasitesi kütle artışının az olmasına ve eriştelerin sert olmasına sebep olabilmektedir (Wandee vd., 2014). Kontrol ve kestane kabuğu ilaveli erişteye ait pişirme testi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Eriştelerin pişirme sonrası ağırlık değişimleri

Erişte çeşidi	Ağırlık artışı (%)
Kontrol	166,34±3,93
Zenginleştirilmiş	332,34±13,45

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, kabuk ekstraktı ilavesi eriştelerin su tutma kapasitesini kontrol erişteye göre oldukça fazla artırmıştır. Bu durumun kestane kabuğundaki nişasta ve selüloz gibi hidrokolloid bileşiklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, makarna hamuruna ilave edilen farklı hidrokolloidlerin (frukto-oligosakkaritve hidroksipropilmetilselüloz gibi), makarnanın pişirme sonrası ağırlığını kontrol örneğe göre artırdığı bildirilmiştir (Rajeswari vd., 2013).

Eriştelerin zenginleştirilmesi ile ilgili, daha önce yapılan çalışmalarda da bu çalışmada elde edilen sonuca benzer sonuçlar bildirilmiştir. Bunlardan, Xu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, %20 oranında elma posası ile hazırlanmış eriştede su absorpsiyonunun kontrol erişte ile karşılaştırıldığında %67'den %77'ye yükseldiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuç, elma posası ilavesinin eriştelerin su tutma kapasitesini artırdığını göstermektedir. Jirukkakul (2021) tarafından yapılan çalışmada ise %60 oranında muz posası ve muz kabuğu unu ilave edilen eriştelerin su absorpsiyon değerleri, kontrol eriştelerin değeriyle (%224,58) karşılaştırıldığında daha yüksek ve sırasıyla %237,54 ve %276,34 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, kontrol ve kavun

ekirdeği katkılı eriştelerde yapılan pişirme testine göre, kontrol eriştenin su absorbsiyon değeri %124,25, kavun çekirdeği katkılı eriştenin ise daha yüksek, %171,87 olarak tespit edilmiştir (Pozan, 2019). Kayısı ekirdeği ilaveli erişte üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, çekirdek ilaveli eriştenin su absorbsiyon değerleri %131,52-183,47 arasında tespit edilmiş olup, kontrol örneğine göre artış göstermiştir (Eyidemiş, 2006). Crizel vd. (2015), 25g/kg portakal posası ilavesiyle yapılan makarnanın pişirme sonrası ağırlık artışını %87,52 olarak bulmuştur. Kontrol makarnanın ağırlık artışı (%85,53) ise zenginleştirilmiş makarnanın ağırlık artışından daha düşük bulunmuştur. Yüksel vd. (2018) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise keten tohumu katkısıyla üretilen eriştenin ağırlık artışının keten tohumu katkısı miktarı arttıķķa arttığı ve en yüksek su absorbsiyon değerinin %150,5 olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, literatürde belirtilen su absorbsiyon değerlerinin, bu çalışmadan elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, ürünlerde bulunan su absorbe etme yeteneğine sahip bileşiklerin cinsinin ve miktarının farklı olmasından ve bu bileşiklerin erişte üretimi sırasında üretim koşullarına bağlı olarak farklı derecelerde etkilenmesinden kaynaklanabilmektedir. Örneğin, Rosell vd. (2001), dört farklı hidrokolloid ilavesi ile hazırladıkları ekmek hamurlarının, farklı su absorbsiyon değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, önemli endüstriyel atıklardan olan yer fıstığı, kestane ve fındık kabuğunun, TP, TF, polifenollerin biyoerişilebilirliği, fenolik bileşikler ve AK açısından değerlendirilmiştir. En fazla TP, TF, gallik asit, ellajik asit ve AK, kestane kabuğunda tespit edilmiştir. *İn-vitro* sindirim sonrasında tüm kabukların TP, AK ve polifenol biyoerişilebilirliği azalmıştır. Ancak sindirim sonrası, en çok TP ve AK, kestane kabuğunda saptanmıştır. Diğer taraftan, en yüksek polifenol biyoerişilebilirliği yer fıstığı kabuğunda gözlenmiştir. Polifenol miktarının yüksekliğinden dolayı, kestane kabuğu ekstraktı dondurularak kurutulmuş ve fenolik madde içeriği oldukça düşük olan eriştinin formülasyonunda kullanılmıştır. Ekstrakt ilaveli eriştinin, TP, TP biyoerişilebilirliği ve AK, kontrol erişteye göre daha yüksek saptanmıştır. Kontrol eriştinin TP ve TP biyoerişilebilirliği, *in-vitro* sindirim sırasında, intestinal aşamada daha fazla olmak üzere sindirim öncesi değerlerine göre önemli ölçüde azalmıştır ($p<0,05$). Zenginleştirilmiş eriştinin TP, TP biyoerişilebilirliği ve AK, kontrol eriştyle uyumlu olarak, başlangıç değerlerine göre gastrik ve intestinal aşama sonrası azalma göstermiştir. Kontrol erişte örneğinde intestinal aşama sonrası AK tespit edilememiştir. Eriştinin pişirilmesi sonucunda, zenginleştirilmiş eriştinin su tutma kapasitesinin kontrol erişteye göre önemli düzeyde arttığı görülmüştür. Kabuk ekstraktı ilavesi pişmemiş eriştinin parlaklığını (*L*) azaltırken, kırmızılığı (*a*) artırmış, sarılığı (*b*) ise etkilememiştir. Pişmiş eriştelerde ise pişmemiş erişteden farklı olarak (*b*) değeri azalmıştır. Ekstrakt ilavesi, pişirme işlemi sırasında eriştinin su absorpsiyonunu kontrol erişteye göre artırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, özellikle kestane kabuğunun, gıdaların zenginleştirilmesi amacıyla iyi bir polifenol kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca atık kabukların bu şekilde değerlendirilmesi, ekonomik açıdan katma değer sağlamanın yanı sıra, antioksidan aktivitesi artmış ürün tüketiminin kanser, kalp damar hastalıkları ve obezite gibi birçok hastalığa karşı önlem alınmasına ve dolayısıyla halk sağlığının korunmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adegunwa, M. O., Bakare, H. A., & Akinola, O. F. (2012). Enrichment of Noodles with Soy Flour and Carrot Powder. *Nigerian Food Journal*, 30(1), 74–81. [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30016-3](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30016-3)
- Ahmed, Z., & Abozed, S. (2015). Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with *Hibiscus sabdariffa* by-product. *Journal of Advanced Research*, 6(1), 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.07.002>
- Aires, A., Carvalho, R., & Saavedra, M. J. (2016). Valorization of solid wastes from chestnut industry processing: Extraction and optimization of polyphenols, tannins and ellagitannins and its potential for adhesives, cosmetic and pharmaceutical industry. *Waste Management*, 48, 457–464. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.019>
- Ajila, C. M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U. J. S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>
- Alanon, M. E., Schumacher, R., Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M. C., Hermosín-Gutiérrez, I., & Pérez-Coello, M. S. (2013). Enological potential of chestnut wood for aging Tempranillo wines Part II: Phenolic compounds and chromatic characteristics. *Food Research International*, 51(2), 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.051>
- Alasalvar, C., Karamac, M., Kosinska, A., Rybarczyk, A., Shahidi, F., & Amarowicz, R. (2009). Antioxidant activity of hazelnut skin phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4645–4650. <https://doi.org/10.1021/jf900489d>
- Altan, A., McCarthy, K.L., & Maskan, M. (2008). Twin-screw extrusion of barley grape pomace blends: Extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 89(1), 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.03.025>
- Altın, D. D. (2015). Sağlıklı Bir Atıştırmalık: Enerjisi Azaltılmış Kraker Üretimi. (Yayın No. 406501) [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/689244>
- Altın, D. D. (2021). Physicochemical, sensory properties and in-vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of traditional noodles enriched with carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour. *Food Science and Technology, Campinas*, 41(3): 587-595. <https://doi.org/10.1590/fst.21020>
- Amado, I. R., Franco, D., Sánchez, M., Zapata, C., & Vázquez, J. A. (2014). Optimisation of antioxidant extraction from *Solanum tuberosum* potato peel waste by surface response methodology. *Food Chemistry*, 165, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.103>
- Anıl, M. (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. *Journal of Food Engineering*, 80(1), 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.05.003>
- Armstrong, W.P. (2020). *The Peanut: Amazing Geocarpic Legume*. Economic Plant Photographs #8B. <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/ecoph8b.htm>

- Arya, S. S., Salve, A. R., & Chauhan, & S. (2016). Peanuts as functional food: a review. *Journal Food Science and Technology*, 53(1), 31–41. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2007-9>
- Bayomy, H., & Alamri, E. (2022). Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101833. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2022.101833>
- Bekar, E. (2014). Üzüm çekirdeği ilavesinin keklerin kalite özelliklerine etkisi (Yayın No. 497194) [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/688967>
- Bertioli, D., Seijo, G., Freitas, F., Valls, J., Leal-Bertioli, S., & Moretzsohn, M. (2011). An overview of peanut and its wild relatives. *Plant Genetic Resources*, 9(1), 134–149. <https://doi.org/10.1017/S1479262110000444>
- Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Ghirardello, D., Giordano, M., Rolle, L., Gerbi, V., & Zeppa, G. (2015). Influence of the addition of different hazelnut skins on the physicochemical, antioxidant, polyphenol and sensory properties of yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 1145–1154. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.03.113>
- Bölek, S. (2020). Effects of waste fig seed powder on quality as an innovative ingredient in biscuit formulation. *Food Science*, 86(1), 55–60. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15548>
- Bouayed, J., Hoffmann, L., Bohn, T. (2011). Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chemistry*, 128(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.052>
- Braga, N., Rodrigues, F., & Oliveira, P. P. M. B. (2015). Castanea sativa by-products: A review on added value and sustainable application. *Natural Product Research*, 29(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.955488>
- Cacciola, N. A., Squillaci, G., D'Apolito, M., Petillo, O., Veraldi, F., Cara, F. la, Peluso, G., Margarucci, S., & Morana, A. (2019). Castanea sativa Mill. shells aqueous extract exhibits anticancer properties inducing cytotoxic and pro-apoptotic effects. *Molecules*, 24(18), 3401. <https://doi.org/10.3390/molecules24183401>
- Can, F. (2015). Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi. (Yayın No. 390517) [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/134033>
- Cerulli, A., Napolitano, A., Masullo, M., Hošek, J., Pizza, C., & Piacente, S. (2020). Chestnut shells (Italian cultivar “Marrone di Roccaspide” PGI): Antioxidant activity and chemical investigation with in depth LC-HRMS/MSn rationalization of tannins. *Food Research International*, 129, 108787. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108787>
- Chakrabarty, N., Mourin, M. M., Islam, N., Haque, A. R., Akter, S., Siddique, A. A., & Sarker, M. (2020). Assessment of the potential of watermelon rind powder for the value addition of noodles. *Journal of Biosystems Engineering*, 45(4), 223–231. <https://doi.org/10.1007/s42853-020-00061-y>

- Chen, M., Zhai, L., Arendrup, M. C. (2015). In vitro activity of 23 tea extractions and epigallocatechin gallate against *Candida* species. *Medical Mycology*, 53(2), 194-198. <https://doi.org/10.1093/mmy/myu073>
- Chompreeda, P., Resurreccion, A. V. A., Hung Y. C. and Beuchat L. R. (1987). Quality Evaluation of Peanut-Supplemented Chinese Type Noodles. *Journal of Food Science*, 52(6), 1740–1741. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05921.x>
- Ciemniewska-Żytkiewicz, H., Bryś, J., Sujka, K., &Koczoń, P. (2015). Assessment of the hazelnuts roasting process by pressure differential scanning calorimetry and MID-FT-IR spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 8(10), 2465-2473. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0133-7>
- Coello, K. E., Peñas, E., Martinez-Villaluenga, C., Elena Cartea, M., Velasco, P., & Frias, J. (2021). Pasta products enriched with moringa sprout powder as nutritive dense foods with bioactive potential. *Food Chemistry*, 360, 130032. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130032>
- Collins, J. L., &Pangloli, P. (1997). Chemical, Physical and Sensory Attributes of Noodles with Added Sweet potato and Soy Flour. *Journal of Food Science*, 62(3) 622. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04446.x>
- Comandini, P., Lerma-García, M. J., Simó-Alfonso, E. F., & Toschi, T. G. (2014). Tannin analysis of chestnut bark samples (*Castanea sativa* Mill.) by HPLC-DAD–MS. *Food Chemistry*, 157, 290–295. <https://doi.org/10.1016/J.foodchem.2014.02.003>
- Contini, M., Baccelloni, S., Massantini, R., &Anelli, G. (2008). Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. *Food Chemistry*, 110(3), 659–669. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.060>
- Cristofori, V., Ferramondo, S., Bertazza, G., &Bignami, C. (2008). Nut and kernel traits and chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1091–1098. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3203>
- Crizel, T. de M., Rios, A. de O., Thys, R. C. S., &Flôres, S. H. (2015). Effects of orange by-product fiber incorporation on the functional and technological properties of pasta. *Food Science and Technology (Brazil)*, 35(3), 546–551. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6719>
- Crozier, A., Lean, M. E. J., McDonald, M. S., & Black, C. (1997). Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 590–595. <https://doi.org/10.1021/jf960339y>
- Cumhur, A., M. (2021). Sebze tozu eklenmiş hazır çabuk erişte üretimi. (Yayın No. 663739) [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/614598>
- De Vasconcelos, M.do C. B. M., Bennett, Rosa, E. A. S., & Ferreira–Cardoso, J. V. (2010). Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: fresh and processed products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1578-1589. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4016>
- Dean, L. L., Klevorn, C. M., & Hess, B. J. (2016). Minimizing the Negative Flavor Attributes and Evaluating Consumer Acceptance of Chocolate Fortified with Peanut Skin Extracts. *Journal Food Science*, 81(11), 2824-2830. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13533>

- Del Rio, D., Calani, L., Dall'Asta, M., & Brighenti, F. (2011). Polyphenolic composition of hazelnut skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(18), 9935–9941. <https://doi.org/10.1021/jf202449z>
- Demir, B. (2008). Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma. (Yayın No. 178530) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü] Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/464169>
- Demir, M. K., Bilgiçli, N., Türker, S., & Demir, B. (2021). Enriched Turkish noodles (Erişte) with stabilized wheat germ: Chemical, nutritional and cooking properties. *LWT- Food Science and Technology*, 149, 111819. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111819>
- Demirel, H., & Demir, M. K. (2018). Farklı turuncgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanımı. *The Journal of Food*, 43(3), 501-511. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18021>
- Dönmez, İ. E., Selçuk, S., Sargina, S., & Özdeveci, H. (2016). Kestane, fındık ve antep fıstığı meyve kabuklarının kimyasal yapısı. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2), 174-177. <https://doi.org/10.18182/tjf.09817>
- Donnelly, B.J., & Ponte J.G. (2000). *Pasta: Raw Materials and Processing*. Handbook of Cereal Science and Technology (2. Baskı, 647-665). New York, USA.
- Eyidemi, E. (2006). Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştenin bazı kalite kriterlerine etkisi. (Yayın No. 181634) [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü] Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/136990>
- Fallico, B., Arena, E., & Zappalà, M. (2003). Roasting of hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chemistry*, 81(4), 569–573. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00497-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00497-1)
- Fawole, O. A., & Opara, U. L. (2016). Stability of total phenolic concentration and antioxidant capacity of extracts from pomegranate co-products subjected to in vitro digestion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1343-2>
- Fernández-Agulló, A., Freire, M. S., Antorrena, G., Pereira, J. A., & González-Álvarez, J. (2014). Effect of the extraction technique and operational conditions on the recovery of bioactive compounds from Chestnut (*Castanea sativa*) bur and shell. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 49(2), 267–277. <https://doi.org/10.1080/01496395.2013.838264>
- Figueroa, F., Marhuenda, J., Zafrilla, P., & Mulero, J. (2016). Total phenolics content, bioavailability and antioxidant capacity of 10 different genotypes of walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Food and Nutrition Research*, 55(3) 229-236. <https://www.researchgate.net/publication/309048137>
- Fischer, U. A., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2013). Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) juices and model solutions. *Food Chemistry*, 138, 1800–1809. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.072>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

- Francisco, M. L. L. D., & Resurreccion, A. V. A. (2009). Total phenolics and antioxidant capacity of heat-treated peanut skins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2008.05.012>
- Francisco, M. L. L. D., & Resurreccion, A. V. A. (2012). Antioxidant capacity and sensory profiles of peanut skin infusions. *LWT - Food Science and Technology*, 47(1), 189–198. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.12.008>
- Fu, B. X. (2008). Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*, 41(9), 888–902. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.11.007>
- Ge, Y., Sun, A., Ni, Y., & Cai, T. (2001). Study and development of a defatted wheat germ nutritive noodle. *European Food Research and Technology*, 212(3), 344–348. <https://doi.org/10.1007/s002170000253>
- Göçmen, D., Şahan, Y., Yıldız, E., Coskun, M., & Amit Aroufai, I. (2019). Use of coffee silverskin to improve the functional properties of cookies. *Journal Food Science and Technology*, 56(6), 2979–2988. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03773-y>
- Gökbulut, İ., & Boy, P. (2020). Erişte Üretiminde Şeker Pancarı Lifinin Kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(1), 280–289. <https://doi.org/10.21597/jist.653683>
- Gullon, B., Pintado, M. E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2015). In vitro gastrointestinal digestion of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-products: Changes in the antioxidant potential and bioactive compounds stability. *Journal of Functional Foods*, 19, 617–628. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.056>
- Gültekin-Özgüven, M., Berktaş, I., & Özçelik, B. (2016). Change in stability of procyanidins, antioxidant capacity and in-vitro bioaccessibility during processing of cocoa powder from cocoa beans. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 559–565. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.065>
- Gunathilake, K. & Abeyrathne, Y. (2008). Incorporation of coconut flour into wheat flour noodles and evaluation of its rheological, nutritional and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32, 133–142. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0361.2003.02062.x>
- Ham, J. S., Kim, H. Y., & Lim, S. T. (2015). Antioxidant and deodorizing activities of phenolic components in chestnut inner shell extracts. *Industrial Crops and Products*, 73, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.017>
- Hegnsholt, E., Unnikrishnan, S., Pollmann-Larsen, M., Askelsdottir, B., & Gerard, M. (2018). Tackling the 1.6-billion-ton food loss and waste crisis. The Boston Consulting Group. *Food Nation, State of Green*, 8, 18.
- Heinonen, I. M., & Meyer, A. S. (2002). *Antioxidants in fruits, berries and vegetables*. Fruit and vegetable processing (W Jongen, ed. 23–51). Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Hirawan, R., Ser, W. Y., Arntfield, S. D., & Beta, T. (2010). Antioxidant properties of commercial, regular and whole-wheat spaghetti. *Food Chemistry*, 119(1), 258–264. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.022>
- Hou, G., Kruk, M., & Center, W. M. (1998). Asian noodle technology. *Technical Bulletin*, 20(12), 1–10.

- House, W. A. (1999). Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*, 60(1–2), 115–141. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(98\)00136-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00136-1)
- Hu, M., Yang, X. & Chang, X. (2021). Bioactive phenolic components and potential health effects of chestnut shell: A review. *Journal of Food Biochemistry*, 45(4) e13696. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13696>
- Imeneo, V., Romeo, R., Gattuso, A., De Bruno, A., & Piscopo, A. (2021). Functionalized biscuits with bioactive ingredients obtained by citrus lemon pomace. *Foods*, 10(10), 2460. <https://doi.org/10.3390/foods10102460>
- International Organization for Standardization. (2005). Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. 8p. International Standard. (ISO Standard No. 14502-1: 2005)
- Işık, F., & Topkaya, C. (2016). Domates çekirdeği ilave edilerek üretilen krakerlerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(7), 926-932. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/33120/377698>
- Ismail, T., Akhtar, S., Riaz, M., Ismail, A. (2017). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6), 661–666. <https://doi.org/10.3109/09637486.2014.908170>
- İnkaya, A. N. (2008). Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması. (Yayın No. 246487) [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü] Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi.
- Jakopic, J., Mikulic-Petkovsek, M., Likožar, A., Solar, A., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). HPLC–MS identification of phenols in hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels. *Food Chemistry*, 124(3), 1100–1106. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.011>
- Jirukkakul, N. (2021). Improvement of physical properties and phenolic compounds of egg noodles by banana pulp and peel flour fortification. *Food Research*, 5(4), 14–20. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(4\).671](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(4).671)
- Joo, S.Y., & Choi, H.Y. (2012). Activity and Quality Characteristics of Cookies with Chestnut Inner Shell. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 25(2) 224-232. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2012.25.2.224>
- Jung, B. S., Lee, N. K., Na, D. S., Yu, H. H., & Paik, H. D. (2016). Comparative analysis of the antioxidant and anticancer activities of chestnut inner shell extracts prepared with various solvents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(6), 2097–2102. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7324>
- Kamble, D. B., Singh, R., Rani, S., & Pratap, D. (2019). Physico chemical properties, in vitro digestibility and structural attributes of okara enriched functional pasta. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14232. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14232>
- Karadeniz, D. (2007). Farklı besinsel lif kaynaklarının ve hidrokolloidlerin erişte üretiminde kullanımı. (Yayın No.222425) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/676055>

- Karakaya, S., El, S. N., & Ta, A. A. (2001). Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 501–508. <https://doi.org/10.1080/09637480020027000-6-6>
- Kazemi, M., Karim, R., Mirhosseini, H., Hamid, A. A., & Tamnak, S. (2017). Processing of parboiled wheat noodles fortified with pulsed ultrasound pomegranate (*Punica granatum L. var. Malas*) peel extract. *Food and Bioprocess Technology*, 10(2), 379–393. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1825-8>
- Köksal, A. I., Artik, N., Şimşek, A., & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509–515. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.08.013>
- Köten, M., & Ünsal, A. S. (2020). Nutritional, chemical and cooking properties of noodles enriched with terebinth (*Pistacia Terebinthus*) fruits roasted at different temperatures. *Food Science and Technology, Campinas*, 42, 47120. <https://doi.org/10.1590/fst.47120>
- Köten, M., Ünsal, S. & Atlı, A. (2014). Türkiye’de Üretilen Makarnaların Bazı Kimyasal Bileşimlerinin ve Pişme Kalitelerinin Belirlenmesi. *Gıda Dergisi*, 39(1), 33-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6960/92813>
- Künsch, U., Schärer, H., Patrian, B., Hohn, E., Conedera, M., Sassella, A., Jermını, M., & Jelmini, G. (2001). Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea sativa Mill*) varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81, 1106-1112. <https://doi.org/10.1002/jsfa.916>
- Lafarga, Y., Gallagher, E., Bademunt, A., Bobo, G., Echeverria, G., Vinas, I., & Aguilo-Aguayo, I. (2019). Physiochemical and nutritional characteristics, bioaccessibility and sensory acceptance of baked crackers containing broccoli co-products. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 634–640. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13908>
- Lalegani, S., Ahmadi Gavligi, H., Azizi, M. H., & Amini Sarteshnizi, R. (2018). Inhibitory activity of phenolic-rich pistachio green hull extract-enriched pasta on key type 2 diabetes relevant enzymes and glycemic index. *Food Research International*, 105, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.003>
- Larrauri, M., Zunino, M. P., Zygadlo, J. A., Grosso, N. R., & Nepote, V. (2016). Chemical characterization and antioxidant properties of fractions separated from extract of peanut skin derived from different industrial processes. *Industrial Crops and Products*, 94, 964–971. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.066>
- Lee, J. S., Yoon, S. J., & Ryu, G. H. (2017). Quality characteristics of dough and bread added with extruded chestnut shell powder under various conditions. *Food Engineering Progress*, 21(4), 351-359. <https://doi.org/10.13050/foodengprog.2017.21.4.351>
- Lee, L., Baik, B. K., & Czuchajowska, Z. (1998). Garbanzo Bean Flour Usage in Cantonese Noodles. *Journal of Food Science*, 63(3), 552-558. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15784.x>
- Lee, N. K., Jung, B. S., Na, D. S., Yu, H. H., Kim, J. S., & Paik, H. D. (2016). The impact of antimicrobial effect of chestnut inner shell extracts against *Campylobacter jejuni* in chicken meat. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 746–750. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.004>
- Lucas-González, R., Ángel Pérez-Álvarez, J., Moscaritolo, S., Fernández-López, J., Sacchetti, G., & Viuda-Martos, M. (2021). Evaluation of polyphenol bioaccessibility and kinetic of starch digestion of spaghetti with persimmon

- (*Diospyros kaki*) flours coproducts during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 338, 128142. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.128142>
- Lutz, M., Hernández, J., & Henríquez, C. (2015). Phenolic content and antioxidant capacity in fresh and dry fruits and vegetables grown in Chile. *CYTA - Journal of Food*, 13(4), 541–547. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1012743>
- Ma, Y., Kerr, W. L., Cavender, G. A., Swanson, R. B., Hargrove, J. L., & Pegg, R. B. (2013). Effect of peanut skin incorporation on the color, texture and total phenolics content of peanut butters. *Journal of Food Process Engineering*, 36, 316–328. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2012.00693.x>
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 230-242. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.230S>
- Mandalari, G., Tomaino, A., Arcoraci, T., Martorana, M., Turco, V. L., Cacciola, F., Rich, G. T., Bisignano, C., Saija, A., Dugo, P., Cross, K. L., Parker, M. L., Waldron, K. W., & Wickham, M. S. J. (2010). Characterization of polyphenols, lipids and dietary fibre from almond skins (*Amygdalus communis* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(2), 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.015>
- Mete, M. (2016). Kestane unu katkısının eriştinin bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisinin incelenmesi (Yayın No.483747) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/624000>
- Michałowska, A. G., Cisowska, J. K., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B., Dziedzic, K., & Górecka, D. (2016). Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia Sinensis*). *Food Chemistry*, 211, 448-454. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.048>
- Mildner Sz kudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska Wojtasiak, R., & Górecka, D. (2013). White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 389-395. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5774>
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., & Brodtkorb, A. (2014). A standardised static *in-vitro* digestion method suitable for food – an international consensus. *Food and Function*, 5(6), 1113-1124. <https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>
- Mir, S. A., Bosco, S. J. D., Shah, M. A., Santhalakshmy, S., & Mir, M. M. (2017). Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(1), 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.01.001>
- Monagas, M., Garrido, I., Lebrón-Aguilar, R., Bartolome, B., & Gómez-Cordovés, C. (2007). Almond (*Prunus dulcis* (Mill.) da Webb) skins as a potential source of bioactive polyphenols. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(21), 8498-8507. <https://doi.org/10.1021/jf071780z>
- Monagas, M., Garrido, I., Lebrón-Aguilar, R., Gómez-Cordovés, M. C., Rybarczyk, A., Amarowicz, R., & Bartolomé, B. (2009). Comparative flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut, and almond skins. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10590-10599. <https://doi.org/10.1021/jf901391a>
- Morana, A., Maurelli, L., Ionata, E., Rossi, M., & La Cara, F. (2010). Chestnut shell: not only a source of antioxidant compounds. *Journal of Biotechnology*, 150, 325. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2010.09.322>
- Morana, A., Squillaci, G., Paixao, S. M., Alves, L., La Cara, F., & Moura, P. I. C. (2017). Development of an energy biorefinery model for chestnut (*Castanea sativa* Mill.) shells. *Energies (Basel, Switz.)*, 10(10), 1504-1514. <https://doi.org/10.3390/en10101504>
- Mutegi, C.K., Wagacha, J.M., Christie, M.E., Kimani, J., Karanja, L. (2013). Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Agriscience*, 3(10), 746-758. <http://hdl.handle.net/11295/70828>
- Muthurajan, M., Veeramani, A., Rahul, T., Gupta, R. K., Anukiruthika, T., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2021). Valorization of food industry waste streams using 3D food printing: a study on noodles prepared from potato peel waste. *Food and Bioprocess Technology*, 14(10), 1817-1834. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02675-2>
- Obiang-Obounou, B. W., & Ryu, G. H. (2013). The effect of feed moisture and temperature on tannin content, antioxidant and antimicrobial activities of extruded chestnuts. *Food Chemistry*, 141(4), 4166–4170. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.129>
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J. S., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J. A. (2008). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1801–1807. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2008.01.026>
- Oral, M. A. (2006). Anadolu kestanesinin (*Castanea sativa* mill.) sağlıklı ve hastalıklı odunlarının bazı anatomik ve fiziksel özellikleri. (Yayın No.183390) [Yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi.
- Özalp, B. B., & Seremet Kürklü, N. (2020). Fonksiyonel Bir Gıda: Yer Fıstığı ve Sağlığa Yararları. *Akademik Gıda*, 18(3), 323-330. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.818202>
- Özkaya B., Özkaya, H., Bayrak, H., Gökpınar, F. (2004). *Erişte Kalitesine Kurutma İşlemlerinin Etkileri*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Geleneksel Gıda Sempozyumu, 60-66.
- Öztürk, S. (2006). Bursa yöresinde yetişen bazı kestane türlerinin belirli kimyasal içeriklerinin karakterizasyonu. (Yayın No.202253) [Yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi.
- Parlakay, O. (2011). Türkiye'deyar fıstığı tariminda teknik ve ekonomik etkinlik. (Yayın No.275525) [Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi.
- Pasqualone, A., Punzi, R., Trani, A., Summo, C., Paradiso, V. M., Caponio, F., & Gambacorta, G. (2017). Enrichment of fresh pasta with antioxidant extracts obtained from artichoke canning by-products by ultrasound-assisted technology and quality characterisation of the end product. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 2078–2087. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13486>

- Pinto, D., Vieira, E. F., Peixoto, A. F., Freire, C., Freitas, V., Costa, P., Rodrigues, F. (2021). Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from chestnut shells by subcritical water extraction using response surface methodology. *Food Chemistry*, 334, 127521. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127521>
- Pinto, J., Spínola, V., Llorent-Martínez, E. J., Fernández-de Córdova, M. L., Molina-García, L., & Castilho, P. C. (2017). Polyphenolic profile and antioxidant activities of Madeiran elderberry (*Sambucus lanceolata*) as affected by simulated in vitro digestion. *Food Research International*, 100, 404–410. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.044>
- Polat, H., Dursun Capar, T., Inanir, C., Ekici L., & Yalcin, H. (2020). Formulation of functional crackers enriched with germinated lentil extract: A Response Surface Methodology Box-Behnken Design. *LWT - Food Science and Technology*, 123, 109065. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109065>
- Pozan, K. (2019). Erişte üretiminde kavun çekirdeği tozu kullanımı ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. (Yayın No.546581) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yüksek Öğrenim Dergisi, Ulusal Tez Merkezi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/239332>
- Punzi, R., Paradiso, A., Fasciano, C., Trani, A., Faccia, M., de Pinto, M. C., & Gambacorta, G. (2014). Phenols and antioxidant activity in vitro and in vivo of aqueous extracts obtained by ultrasound-assisted extraction from artichoke by-products. *Natural Product Communications*, 9(9), 1934578X1400900924. <https://doi.org/10.1177/1934578X1400900924>
- Rajeswari, G., Susanna, S., Prabhasankar, P., & Venkateswara Rao, G. (2013). Influence of onion powder and its hydrocolloid blends on pasta dough, pasting, microstructure, cooking and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 4, 13–20. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2013.07.004>
- Rani, S., Singh, R., Kamble, D.B., Upadhyay, A., & Pal Kaur, B. (2019). Structural and quality evaluation of soy enriched functional noodles. *Food Bioscience*, 32, 100465. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100465>
- Rashidinejad, A., Birch, E. J., & Everett, D. W. (2016). The behaviour of green tea catechins in a full-fat milk system under conditions mimicking the cheesemaking process. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(6), 624–631. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1195797>
- Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S., & Wongsagonsup, R. (2011). Physical, chemical, textural and sensory properties of dried wheat noodles supplemented with unripe banana flour. *Agriculture and Natural Resources*, 45(3), 500-509.
- Rodrigues, F., Santos, J., Pimentel, F. B., Braga, N., Palmeira-de-Oliveira, A., & Oliveira, M. B. P. P. (2015). Promising new applications of *Castanea sativa* shell: Nutritional composition, antioxidant activity, amino acids and vitamin E profile. *Food & Function*, 6(8), 2854–2860. <https://doi.org/10.1039/C5FO00571J>
- Rodrigues, M. J., Neves, V., Martins, A., Rauter, A. P., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Varela, J., Barreira, L., & Custódio, L. (2016). In vitro antioxidant and anti-inflammatory properties of Limonium algarvense flowers' infusions and decoctions: A comparison with green tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 200, 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.048>

- Rosell, C. M., Rojas, J. A., & Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1), 75–81. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(00\)00054-0](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00054-0)
- Şahin, G. (2014). Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivation in Türkiye and Osmaniye peanut as a geographical indication. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(3), 619-644. <https://doi.org/10.21547/jss.256812>
- Saklar, S., Katnas, S., & Urgan, S. (2001). Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International journal of food science and technology*, 36(3), 271-281. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00457.x>
- Sandström, B. (2001). Micronutrient interactions: Effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*, 85(2), 181–185. <https://doi.org/10.1049/BJN2000312>
- Sant'Anna, V., Christiano, F. D. P., Marczak, L. D. F., Tessaro, I. C., & Thys, R. C. S. (2014). The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 497–501. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.04.008>
- Sanz-Puig, M., Moreno, P., Pina-Pérez, M.C., Rodrigo, D., & Martínez, A. (2017). Combined effect of high hydrostatic pressure (HHP) and antimicrobial from agro-industrial by-products against *S. Typhimurium*. *LWT - Food Science and Technology*, 77, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.031>
- Sarnoski, P. J., Johnson, J. v., Reed, K. A., Tanko, J. M., & O'Keefe, S. F. (2012). Separation and characterisation of proanthocyanidins in Virginia type peanut skins by LC–MSn. *Food Chemistry*, 131(3), 927–939. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.081>
- Savlak, N., Taşkın, B., Çelik, B., Kumru, F., & Kiyak, S. (2020). A new look at waste utilization; use of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves in the production of functional crackers. *Food Science and Technology*, 8(2), 358-364. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i2.358-364.3052>
- Şenel, R., & Eltan C. (2016). *Kestane Eylem Planı*. Bursa Orman GenelMüdürlüğü.2012-2016.
- Shahidi, F., Alasalvar, C., & Liyana-Pathirana C. M. (2007). Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Hazelnut Byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 1212-1220. <https://doi.org/10.1021/jf062472o>
- Shi, J., Nawaz, H., Pohorly, J., Mittal, G., Kakuda, Y., & Jiang, Y. (2005). Extraction of polyphenolics from plant material for functional foods - Engineering and technology. *Food Reviews International*, 21(1), 139–166. <https://doi.org/10.1081/FRI-200040606>
- Sobolev, V. S., & Cole, R. J. (2003). Note on utilisation of peanut seed testa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 105–111. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1593>
- Solar, A., & Stampar, F. (2011). Characterisation of selected hazelnut cultivars: Phenology, growing and yielding capacity, market quality and nutraceutical value. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1205–1212. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4300>
- Sorice, A., Siano, F., Capone, F., Guerriero, E., Picariello, G., Budillon, A., Ciliberto, G., Paolucci, M., Costantini, S., & Volpe, M. G. (2016) Potential Anticancer Effects of Polyphenols from Chestnut Shell Extracts: Modulation of Cell Growth,

- and Cytokinomic and Metabolomic Profiles. *Molecules*, 21, 1411. <https://doi.org/10.3390/molecules21101411>
- Soylu, A. (2004). *Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri* (Genişletilmiş 2. Baskı, 45-67). HASAD Yayıncılık Ltd. Şti, İstanbul.
- Squillaci, G., Apone, F., Sena, L. M., Carola, A., Tito, A., Bimonte, M., Lucia, A. De, Colucci, G., Cara, F. La, & Morana, A. (2018). Chestnut (*Castanea sativa mill.*) industrial wastes as a valued bioresource for the production of active ingredients. *Process Biochemistry*, 64, 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2017.09.017>
- Stevigny, C., Rolle, L., Valentini, N., & Zeppa, G. (2007). Optimization of extraction of phenolic content from hazelnut shell using response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2817–2822. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2994>
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Müdürlüğü. (2021). *Fındık ürün raporu*. (Yayın No.340). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2015). Bioactive compounds in different hazelnut varieties and their skins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.07.003>
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2017). Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: a brief review. *Current Opinion in Food Science*, 14, 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.03.001>
- Taşkaya, B. (2007). *Yer fıstığı*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları, 9(7), 1-4.
- Thi Tuyen, P., Dang Xuan, T., Tan Khang, D., Ahmad, A., van Quan, N., Thi Tu Anh, T., Hoang Anh, L., Ngoc Minh, T., Segura-Carretero, A., & Alañon, E. (2017). Phenolic compositions and antioxidant properties in bark, flower, inner skin, kernel and leaf extracts of *Castanea crenata Sieb. et Zucc.* *Antioxidants*, 6(2), 31. <https://doi.org/10.3390/antiox6020031>
- Toomer, O.T. (2018). Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(17), 3042-3053. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1339015>
- Tsujita, T., Yamada, M., Takaku, T., Shintani, T., Teramoto, K., & Sato, T. (2011). Purification and characterization of polyphenols from chestnut astringent skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(16), 8646–8654. <https://doi.org/10.1021/jf201679q>
- Türk Standartları Enstitüsü. (2003). *Erişte standardı*. TS12950, Ankara. <https://www.tse.org.tr/>
- Türkmen Erol, N., & Ünalın, D. (2021). *Kestane kabuğundan elde edilen polifenollerin biyoerişilebilirliği üzerine çeşidin etkisi: kraker formülasyonunda polifenollerin kullanımı*. Y. Karadağ, & S. Seydoşoğlu (Ed.), *Ispac 7. International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development: Muş Alparslan Üniversitesi*. 596-611. <https://www.ispeco.org/kongre-kitaplari>
- Türkmen Erol, N., İncedayı, B., Sarı, F., & Çopur, Ö.U. (2022). Optimization of polyphenol extraction from chestnut waste pretreated by ohmic heating using Box-Behnken Design. *Latin American Applied Research*, 52(2), 173-179. <https://doi.org/10.52292/j.laar.2022.807>
- Türkmen Erol, N., Sari, F., Çalikoğlu, E., Velioğlu, Y. S. (2009). Green and roasted mate: Phenolic profile and antioxidant activity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(4), 353–362.

- Vázquez, G., Fernández-Agulló, A., Gómez-Castro, C., Freire, M. S., Antorrena, G., & González-Álvarez, J. (2012). Response surface optimization of antioxidants extraction from chestnut (*Castanea sativa*) bur. *Industrial Crops and Products*, 35(1), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.022>
- Vázquez, G., Freire, M. S., Santos, J., Antorrena, G., & González-Álvarez, J. (2010). Optimisation of polyphenols extraction from chestnut shell by response surface methodology. *Waste and Biomass Valorization*, 1(2), 219–225. <https://doi.org/10.1007/s12649-010-9012-z>
- Vekiari, S. A., Gordon, M. H., García-Macías, P., & Labrinea, H. (2008). Extraction and determination of ellagic acid content in chestnut bark and fruit. *Food Chemistry*, 110(4), 1007–1011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.005>
- Velioğlu, S. D., Güner, K. G., Velioğlu, H. M., & Çelikyurt, G. (2017). Fındık Zarının Fırıncılık Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14(3), 127–139.
- Vella, F. M., de Masi, L., Calandrelli, R., Morana, A., & Laratta, B. (2019). Valorization of the agro-forestry wastes from Italian chestnut cultivars for the recovery of bioactive compounds. *European Food Research and Technology*, 245(12), 2679–2686. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03379-w>
- Vella, F. M., Laratta, B., la Cara, F., & Morana, A. (2018). Recovery of bioactive molecules from chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by-products through extraction by different solvents. *Natural Product Research*, 32(9), 1022–1032. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1378199>
- Vitali, D., Vedin Dragojevic, I., & Šebec, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462–1469. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032>
- Wandee, Y., Uttapap, D., Pancha-arnon, S., Puttanlek, C., Rungsardthong, V., & Wetprasit, N. (2014). Enrichment of rice noodles with fibre rich fractions derived from cassava pulp and pomelo peel. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(11), 2348–2355. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12554>
- Wang, S., Amigo-Benavent, M., Mateos, R., Bravo, L., & Sarriá, B. (2017). Effects of in vitro digestion and storage on the phenolic content and antioxidant capacity of a red grape pomace. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(2), 188–200. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1228099>
- Wijngaard, H. H., Rößle, C., & Brunton, N. (2009). A survey of Irish fruit and vegetable waste and by-products as a source of polyphenolic antioxidants. *Food Chemistry*, 116(1), 202–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.033>
- Win, M. M., Abdul-Hamid, A., Baharin, B. S., Anwar, F., & Saari, N. (2011). Effects of roasting on phenolics composition and antioxidant activity of peanut (*Arachis hypogaea* L.) kernel flour. *European Food Research and Technology*, 233(4), 599–608. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1544-3>
- Xiong, J., Chan, Y. H., Rathinasabapathy, T., Grace, M. H., Komarnytsky, S., & Lila, M. A. (2020). Enhanced stability of berry pomace polyphenols delivered in protein-polyphenol aggregate particles to an in vitro gastrointestinal digestion model. *Food Chemistry*, 331, 127279. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127279>

- Xu, J., Bock, J. E., & Stone, D. (2020). Quality and textural analysis of noodles enriched with apple pomace. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), e14579. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14579>
- Yang, F., Liu, Q., i Pan S., Xu C., &Xiong Y.L. (2015). Chemical composition and quality traits of Chinese chestnuts (*Castanea mollissima*) produced in different ecological regions. *Food Bioscience*, 11, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.04.004>
- Yasudaa, M., Yasutakea, K., Hinoa, M., Ohwataria, H., Ohmagaria, N., Takedomib, K., Tanakac, T., & Nonaka, G.İ. (2014). Inhibitory effects of polyphenols from water chestnut (*Trapa japonica*) husk on glycolytic enzymes and postprandial blood glucose elevation in mice. *Food Chemistry*, 165, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.083>
- Yen, G. C., & Duh, P. D. (1994). Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of agricultural and food chemistry*, 42(3), 629-632. <https://doi.org/10.1021/jf00039a005>
- Youn, U. Y., Shon, M. S., Kim, G. N., Katagiri, R., Harata, K., Ishida, Y., & Lee, S. C. (2016). Antioxidant and anti-adipogenic activities of chestnut (*Castanea crenata*) byproducts. *Food Science and Biotechnology*, 25(4), 1169–1174. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0186-4>
- Young, N. D., Sanders, T. H., Drake, M. A., Osborne, J., & Civille, G. V. (2005). Descriptive analysis and US consumer acceptability of peanuts from different origins. *Food quality and preference*, 16(1), 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.12.006>
- Yu, J., Ahmedna, M., &Goktepe, I. (2005). Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Foodchemistry*, 90(1-2), 199-206. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.048>
- Yurttas, H. C., Schafer, H.W., &Warthesen, J. J. (2000). Antioxidant activity of non-tocopherol hazelnut (*Corylus spp.*) phenolics. *Journal of Food Science*, 65(2), 276–280. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15993.x>
- Yüksel F., Akdoğan H., & Çağlar S. (2018). Keten tohumu ile zenginleştirilmiş eriştelerin, fizikokimyasal, duyusal, pişme özellikleri ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi. *The Journal of Food*, 43(2), 222- 230. <https://doi.org/10.15237/gida.GD17051>
- Zardo, I., de Espíndola Sobczyk, A., Marczak, L. D. F., & Sarkis, J. (2019). Optimization of Ultrasound Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Sunflower Seed Cake Using Response Surface Methodology. *Waste and Biomass Valorization*, 10(1), 33–44. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0038-3>
- Zeppa, G., Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Ghirardello, D., Giordano, M., Rolle, L., &Gerbi, V. (2015). Influence of the addition of different hazelnut skins on the physicochemical, antioxidant, polyphenol and sensory properties of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 1145-1154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.113>
- Zhan, G., Pan, L. Q., Mao, S. B., Zhang, W., Wei, Y. Y., & Tu, K. (2014). Study on antibacterial properties and major bioactive constituents of Chinese water chestnut (*Eleocharis dulcis*) peels extracts/fractions. *European Food Research and Technology*, 238(5), 789–796. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2151-2>

- Zhao, X., Chen, J., Du, F. (2012). Potential use of peanut by-products in food processing: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 521-529.<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.113>
- Ziraat Mühendisleri Odası. (2019). *Kestane Raporu*. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Ziraat Mühendisleri Odası.
https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32458&tipi=38&sube=0

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve GEÇER
Doğum Yeri ve Tarihi : Aksaray- 04.07.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Aksaray Hazım Kulak Anadolu Lisesi / Fen Bilimleri
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi / Gıda Mühendisliği
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi / Gıda Mühendisliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Milli Eğitim Bakanlığı / Gıda Teknolojisi Öğretmeni

İletişim (e-posta) : mervedemiraygecer@gmail.com